1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 1 (7 Janvier 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-SIXIÈME.

JANVIER—JUIN 1878.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878



ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1878.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✵).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✵).
BOUQUET (Jean-Claude) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le Général Arthur-Jules) (G. O. ✵).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) ✵.
ROLLAND (Eugène) (C. ✵).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✵).
RESAL (Henry-Amé) ✵.

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✵).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O ✵).
LOEWY (Maurice) ✵.
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✵).
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✵).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

BECQUEREL (Antoine-César) (C. ✻).
FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (O. ✻).
DESAINS (Quentin-Paul) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
REGNAULT (Henri-Victor) (C. ✻).
FREMY (Edmond) (O. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DELAFOSSE (Gabriel) (O. ✻).
DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✻).
PASTEUR (Louis) (C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

TULASNE (Louis-René) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) ✻.
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✻.
GERVAIS (François-Louis-Paul) (O. ✻).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BERNARD (Claude) (C. ✻).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

Bussy (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
Bienaymé (Irénée-Jules) (O. ✵).
Larrey (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
Belgrand (Marie-François-Eugène) (C. ✵).
Cosson (Ernest-Saint-Charles) ✵.
La Gournerie (Jules-Antoine-René Maillard de) (O. ✵)
Lesseps (Ferdinand-Marie de) (G. C. ✵).
Bréguet (Louis-François-Clément) ✵.
Du Moncel (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✵).
Favé (Idelphonse) (G. O. ✵).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

Owen (Richard) (O. ✵), à Londres.
Wöhler (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue.
Kummer (Ernest-Édouard), à Berlin.
Airy (George-Biddell) ✵, à Greenwich.
Tchébichef (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
Candolle (Alphonse de) ✵, à Genève.
S. M. Don Pedro d'Alcantara, Empereur du Brésil.
Thomson (Sir William), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

Nota. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie* (6).

Neumann (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
Sylvester (James-Joseph), à Baltimore.
Weierstrass (Charles), à Berlin.
Kronecker (Léopold), à Berlin.
Spottiswoode (William), à Londres.
Borchardt (Carl-Wilhelm), Berlin.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
DIDION (Isidore) (C. ✻), à Nancy.
BROCH (Ole-Jacob), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
PETERS (C.-A.-F.), à Altona.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
SECCHI (Le Père Angelo) (O. ✻), à Rome.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
MAC-LEAR (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
TISSERAND (François-Félix) ✻, à Toulouse.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (le Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) ✻, à Brest.
SABINE (le Général Edward), à Londres.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin.
MAYER (Jules-Robert DE), à Heilbronn.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
BILLET (F.), à Dijon.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
MALAGUTI (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✻), à Rennes.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
FAVRE (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
ZININ (Nicolas), à Saint-Pétersbourg.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Rémauville, par Égreville (Seine-et-Marne).
MILLER (William Hallowes), à Cambridge.
LEYMERIE (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✻, à Toulouse.
KOKSCHAROW (Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard), à Berne.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GODRON (Dominique-Alexandre) (O. ✻), à Nancy.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻), à Cirey-les-Forges.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles) (O. ✻), à Montpellier.
VIBRAYE (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich.
BRANDT (Jean-Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
MULSANT (Étienne) ✻, à Lyon.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rudolph de), à Berlin.
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✵, à Montpellier.
Ehrmann (Charles-Henri) (o. ✵), à Strasbourg.
Rokitanski (Charles), à Vienne.
Lebert (Hermann) (o. ✵), à Breslau.
Ollier (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (o. ✵), à Lyon.
Tholozan (Joseph-Désiré) (o. ✵), à Téhéran.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1877.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, pour l'année 1878, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Daubrée obtient.	26	suffrages.
M. Wurtz.	20	»
M. Chevreul	1	»
M. Blanchard.	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Daubrée**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative, pendant l'année 1878, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections des Sciences mathématiques, et l'autre dans les Sections des Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Decaisne. . . . . 41 »

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Peligot** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1878.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le tome LXXXII (1er semestre 1876), et le tome LXXXIII (2e semestre 1876) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1877 ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Recueil de documents relatifs au Passage de Vénus. — La première Partie du tome Ier, renfermant les procès-verbaux de la Commission, a été mise en distribution le 26 novembre.

Le supplément de la deuxième Partie du tome Ier a été distribué au commencement de l'année.

Mémoires des Savants étrangers. — Les tomes XXIII, XXIV et XXV ont été distribués au mois de février.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX, réservé aux travaux de M. Chevreul, est entièrement terminé et pourra être distribué dès la prochaine séance.

Il renferme, outre les éloges historiques de M. Élie de Beaumont, par

M. J. Bertrand, et de MM. Alex. et Ad. Brongniart, par M. J.-B. Dumas, les Mémoires dont les titres suivent :

« D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle qui concerne le concret. »

« Études des procédés de l'esprit humain dans la recherche de l'inconnu à l'aide de l'observation et de l'expérience, et du moyen de savoir s'il a trouvé l'erreur ou la vérité. »

« Résumé d'une histoire de la matière depuis les philosophes grecs jusqu'à Lavoisier, inclusivement. »

Le tome XLI a vingt et une feuilles tirées. Ces feuilles contiennent un Mémoire de M. Becquerel sur la mesure des affinités en prenant pour bases les forces électromotrices; un autre Mémoire, du même Auteur, sur le transport de certains sels par les décharges électriques; enfin un Mémoire de MM. Becquerel, père et fils, sur la température de l'air à la surface du sol.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Recueil de documents relatifs au Passage de Vénus. — La première Partie du tome II sera bientôt achevée. Les trente-deux premières feuilles qui contiennent les Rapports de M. Fleuriais sur la mission de Pékin sont tirées avec les six planches qui les accompagnent. Ce travail est divisé de la manière suivante : Historique. — Description et étude des divers instruments. — Tableaux des observations recueillies. — Opérations photographiques. — Opérations diverses.

Un tirage à part de quelques exemplaires a pu être offert au Chef de la mission.

Ce demi-volume renferme aussi les résultats obtenus à l'île Saint-Paul par M. Mouchez : trente feuilles sont tirées; elles contiennent toute la Partie astronomique. Les feuilles 31 à 41 sont réservées aux opérations photographiques effectuées par M. A. Cazin; viendront ensuite : un Mémoire sur l'hydrographie de Saint-Paul et un autre Mémoire sur les marées, par M. Mouchez, enfin des Études météorologiques par M. le Dr Rochefort.

Les vingt planches qui doivent prendre place dans cette Partie sont tirées et livrées.

Le manuscrit de la deuxième Partie du tome II sera bientôt mis entre les mains de l'imprimeur. Il contient les recherches géologiques faites à Saint-Paul, à Amsterdam et à la Réunion, par M. Ch. Vélain.

Les vingt-six planches qui doivent servir à l'intelligence du texte sont tirées et livrées. Les bois sont gravés et clichés.

Les mesures des plaques photographiques avancent rapidement, et donnent lieu à une publication divisée par fascicules. — Vingt-sept feuilles sont tirées.

Le fascicule A comprend le résumé des Études de la Sous-Commission chargée de la mesure des épreuves, par M. A. Cornu; les fascicules B, C, D, E, F comprennent les mesures exécutées par MM. Angot, Baille, A. Cornu, Gariel et Mercadier, avec les machines micrométriques n°s 1, 2, 3 et 4.

L'impression est poussée activement.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXVI renferme le Mémoire de M. Max. Cornu sur le *Phylloxera vastatrix*. Les dix-huit premières feuilles de ce Mémoire sont bonnes à tirer. La fin du travail est en placards. Les planches qui l'accompagnent seront bientôt terminées.

Le Mémoire qui fait suite à celui-ci a pour titre : « Sur les points singuliers des courbes algébriques planes », par M. Halphen; il forme quatorze feuilles qui sont tirées.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1877.

Membre décédé.

» *Section d'Astronomie:* M. **Le Verrier**, le 23 septembre 1877.

Membres élus.

» *Section de Chimie :* M. **Debray**, le 26 février, en remplacement de M. **Balard**.

» *Section de Minéralogie :* M. **Hébert**, le 19 mars, en remplacement de M. **Charles Sainte-Claire Deville**.

» *Section de Botanique :* M. **Van Tieghem**, le 8 janvier, en remplacement de M. **Ad. Brongniart**.

» *Associés étrangers :* **S. M. Don Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, le 25 juin, en remplacement de M. **Ehrenberg**; Sir **W. Thomson**, le 3 décembre, en remplacement de M. **de Baer**.

Membre à remplacer.

» *Section d'Astronomie:* M. **Le Verrier**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1877.

Correspondants décédés.

» *Section d'Astronomie* : M. **Santini**, à Padoue, le 26 juin.

» *Section de Botanique* : M. **Hofmeister**, à Heidelberg, le 12 janvier; M. **Braun**, à Berlin, le 29 mars ; M. **Weddell**, à Poitiers, le 22 juillet.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. **Gintrac**, à Bordeaux, le .

Correspondant nommé Associé étranger.

» *Section de Géographie et Navigation* : S. M. **Don Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, le 25 juin.

Correspondants élus.

» *Section de Minéralogie* : M. **Lory**, à Grenoble, le 12 février, en remplacement de M. **Naumann**, décédé; M. **Cailletet**, à Châtillon-sur-Seine, le 17 décembre, en remplacement de M. **d'Omalius d'Halloy**, décédé.

» *Section de Botanique* : M. **Godron**, à Nancy, en remplacement de M. **Lestiboudois**, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section d'Astronomie* : M. **Hansen**, à Gotha, décédé le 28 mars 1874; M. **Argelander**, à Bonn, décédé le 17 février 1875; M. **Santini**, à Padoue, décédé le 26 juin 1877.

» *Section de Géographie et Navigation* : S. M. **Don Pedro d'Alcantara**, élu Associé étranger, le 25 juin 1877.

» *Section de Physique* : M. **Angström**, à Upsal, décédé le 21 juin 1874.

» *Section de Minéralogie* : Sir **Ch. Lyell**, à Londres, décédé le 22 février 1875.

» *Section de Botanique* : M. **Hofmeister**, à Heidelberg, décédé le 12 janvier 1877 ; M. **Braun**, à Berlin, décédé le 29 mars 1877 ; M. **Weddell**, à Poitiers, décédé le 22 juillet 1877.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. DE BAER, à Dorpat, élu Associé étranger, le 24 avril 1876.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. GINTRAC, à Bordeaux, décédé le 1877.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. FAYE, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le 1er volume de ses *Annales*, s'exprime comme il suit :

« Jusqu'ici les travaux particuliers des membres du Bureau ont été introduits, sous forme d'additions, dans les volumes successifs de la *Connaissance des Temps*, dont la série compte aujourd'hui deux siècles. C'est ainsi que le Bureau a publié, à diverses époques, d'importants Mémoires dus à Laplace, Lagrange, Poisson, Liouville, Poinsot, Le Verrier, etc., lesquels donnent à cette collection une valeur particulière.

» Mais, dans ces derniers temps, le cercle d'activité du Bureau des Longitudes s'est sensiblement élargi. Il a créé, pour nos armées de terre et de mer et pour les voyageurs ou géographes de toute sorte, un observatoire d'exercice qui manquait à notre pays. Grâce au zèle de plusieurs de nos collègues, parmi lesquels je citerai particulièrement MM. Lœwy, directeur des calculs de la *Connaissance des Temps*, M. le commandant Mouchez et M. le commandant Perrier, cet établissement, qui donne chaque année asile à un certain nombre d'officiers et de voyageurs, ne coûte presque rien à l'État

» L'observatoire ainsi fondé doit rester avant tout une école pratique; mais, en s'adressant, comme nous le faisons, à des officiers instruits et distingués, on pouvait prévoir que les observations régulièrement suivies d'après un programme fixe prendraient rapidement une valeur réelle. C'est ce qui est arrivé. Exécutées à l'aide d'instruments portatifs, ces observations rivalisent pourtant de précision avec celles des grands observatoires. Il en est résulté que le Bureau a pu entreprendre, de concert avec les astronomes de l'Association géodésique internationale, de grandes opérations destinées à relier télégraphiquement le méridien de Paris avec ceux de villes importantes, telles que Berlin, Bonn, Genève et Neuchâtel, et confier une partie de ces opérations aux officiers d'état-major sous la direction

de M. Perrier, et aux officiers de marine sous celle de MM. Lœwy et Mouchez. Il en est résulté encore que les observations accumulées depuis le mois de mars 1876 ont offert à notre savant confrère M. Lœwy les éléments d'un bon catalogue d'étoiles zodiacales que j'ai eu dernièrement l'honneur de présenter à l'Académie.

» Dès lors nous avons été conduits à l'idée de publier les observations originales d'une manière régulière (¹) et à fonder ainsi les *Annales du Bureau des Longitudes*, dont voici le premier volume. C'est dans ces *Annales* que nous insérerons désormais les Mémoires que le Bureau plaçait autrefois dans la *Connaissance des Temps*, à titre d'additions. Nous espérons que l'Académie accueillera ce premier volume comme un frappant témoignage de l'intérêt que nos officiers portent à la Science et des services qu'ils peuvent lui rendre, tout en se familiarisant avec les applications utiles à leur noble carrière.

» Le prochain volume contiendra les observations de nos officiers de Marine à Bonn et à Berlin, et les travaux que nos officiers d'État-Major ont entrepris à la demande du Bureau, sous la direction du commandant Perrier, pour la détermination des longitudes de points importants de la France, y compris l'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme, et les observatoires suisses de Neuchâtel et de Genève. Les mêmes officiers viennent d'achever les travaux astronomiques de la carte d'Algérie et en particulier les grandes opérations de longitude des stations extrêmes et moyenne qui donneront, à l'arc du parallèle algérien de 11 degrés, une grande valeur pour l'étude du sphéroïde terrestre. Bien que ces derniers travaux soient particulièrement du ressort du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, nos *Annales* en rendront compte, d'autant plus que les études préparatoires s'accomplissent aujourd'hui à notre observatoire de Montsouris, dont le Ministre de la Guerre veut bien faire reconstruire plus solidement la partie spécialement destinée à MM. les officiers d'État-Major.

» J'ajouterai que, dans ce moment même, l'observatoire du Bureau des Longitudes, à Montsouris, s'est ouvert à plusieurs voyageurs qui s'y préparent à l'exploration de l'Afrique centrale, objet actuel des préoccupations du monde savant : ce sont MM. l'abbé Debaize, le comte de Semelé, Brosselard, officier de l'armée, et Rabanis, ancien élève de l'École Normale.

(¹) Ces observations ont été faites par MM. Leclerc, capitaine de frégate, Borel, Delpech, Le Gal, Pailhès, Lemercier-Mousseaux, Berry, de Bernadière, lieutenants de vaisseau, et Trépied, Adjoint du Bureau des Longitudes.

» En terminant, nous saisissons avec empressement cette occasion de remercier publiquement, au nom du Bureau des Longitudes, le Conseil municipal de la Ville de Paris qui a bien voulu nous accorder une subvention annuelle à la charge, acceptée par nous, d'instituer à notre observatoire de Montsouris des conférences scientifiques pour le public parisien, à M. le Directeur des travaux de la Ville de Paris qui nous a aidés de tout son pouvoir à installer notre établissement astronomique, aux administrations de la Marine, de la Guerre et de l'Instruction publique dont la protection nous sera sans doute maintenue, et à l'Académie elle-même qui a bien voulu nous prêter une partie de nos instruments d'observation. »

CHIMIE. — *Sur l'acide persulfurique, nouvel acide oxygéné du soufre.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. J'ai obtenu un nouvel acide oxygéné du soufre, l'*acide persulfurique*, correspondant par sa composition aux acides permanganique et perchromique, et dont l'existence est conforme aux analogies tirées de l'étude comparative des sulfates, des chromates et des manganates.

» 2. *Formation*. — L'acide persulfurique peut être obtenu à l'état pur et anhydre, en faisant agir l'effluve électrique, à forte tension, sur un mélange d'acide sulfureux et d'oxygène, pris sous des volumes égaux et dans un état de siccité rigoureuse. L'acide sulfurique concentré ne s'unit pas à l'oxygène, non plus qu'à l'ozone, dans les mêmes conditions.

» L'acide persulfurique prend encore naissance, cette fois à l'état dissous, pendant l'électrolyse des solutions concentrées d'acide sulfurique : circonstance dans laquelle il a été confondu jusqu'ici, soit avec l'eau oxygénée, soit avec la substance imaginaire que l'on avait appelée *antozone*. Je reviendrai sur ce point.

» Le même corps se forme également, toujours à l'état dissous, lorsqu'on mélange avec précaution une solution d'eau oxygénée avec l'acide sulfurique concentré, ou étendu d'une quantité d'eau inférieure à 1 équivalent. Mais la combinaison n'a point lieu quand l'acide sulfurique est étendu à l'avance de 2 équivalents d'eau ou davantage. Dans tous les cas, elle demeure partielle, c'est-à-dire qu'il subsiste une portion de l'eau oxygénée. Il est probable que l'acide persulfurique se produit aussi dans diverses autres circonstances, où l'acide sulfurique concentré se trouve en présence des peroxydes alcalins ou métalliques, et des autres agents oxydants, à basse température.

» 3. *Préparation.* — On prépare l'acide persulfurique avec mon appareil à tubes concentriques (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 463). Au bout de huit à dix heures, les surfaces de l'espace annulaire sont recouvertes par des gouttelettes d'un liquide épais et adhérent. Parfois même ce liquide s'étale sur la surface du verre, en une couche mince et irisée. Le tout, exposé à une température voisine de zéro, ne tarde pas à cristalliser, tantôt en cristaux grenus et indistincts, tantôt en aiguilles transparentes, minces et flexibles, longues de plusieurs centimètres, et d'une largeur sensible, dont les unes traversent tout le tube, tandis que les autres demeurent fixées aux parois et assemblées en houppes brillantes. Tel est l'échantillon que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'aspect général de la substance rappelle l'acide sulfurique anhydre. Cependant ce dernier se distingue par ce qu'il est opaque et formé d'aiguilles bien plus fines, moins longues et moins lamelleuses.

» L'acide persulfurique possède une tension de vapeur considérable, et qui s'élève à plusieurs centimètres à une température de 10 degrés; aussi se déplace-t-il aisément par sublimation spontanée dans les tubes qui le renferment.

» Les belles aiguilles que je viens de décrire et que j'ai obtenues à plusieurs reprises ne se montrent pas toujours : l'acide persulfurique conservant souvent l'état liquide ou confusément cristallin. Cependant l'analyse indique toujours la même composition, laquelle n'est pas altérée sensiblement par la présence accidentelle de quelques traces d'eau, d'acide azotique ou azotosulfurique (provenant de l'azote), enfin de composés salins (provenant de l'attaque du verre), traces suffisantes cependant pour empêcher ou entraver la cristallisation. Ces impuretés s'accroîtraient d'ailleurs avec l'altérabilité du verre, comme avec la proportion de l'azote; conditions contre lesquelles on doit se mettre en garde.

» 4. *Composition.* — La composition de l'acide persulfurique peut être établie par synthèse et par analyse.

» 1° *Par synthèse.* — Quand la réaction est terminée, on extrait, à l'aide de la pompe à mercure, le gaz résiduel, on le mesure, on l'analyse, et l'on en compare le volume à celui du mélange primitif. Or le volume de ce résidu doit être égal au huitième du mélange primitif :

$$\underbrace{S^2O^4}_{4\text{ vol.}} + \underbrace{O^4}_{4\text{ vol.}} = \underbrace{S^2O^7}_{\text{Solide.}} + \underbrace{O}_{1\text{ vol.}}; \quad \text{c'est-à-dire... } 8 : 1.$$

» Deux expériences ont donné :

Volume total.	Résidu.	Rapport.
$38^{cc},5$	$4^{cc},7$	8,2
82,0	10,5	7,9

» Il résulte de ces chiffres que 4 volumes d'acide sulfureux se combinent avec 3 volumes d'oxygène pour former l'acide persulfurique

$$S^2O^4 + O^3 = S^2O^7.$$

» L'analyse directe du produit vérifie ce résultat. En effet :

» 2° *Par analyse.* — L'analyse du produit peut être faite en ouvrant l'une des pointes latérales du tube sur une solution titrée de protochlorure d'étain. Celui-ci est aspiré aussitôt, à cause de la diminution de pression intérieure, survenue pendant la combinaison des deux gaz ; il est oxydé partiellement ; sa perte de titre, estimée au moyen du permanganate de potasse pur, donne le poids de l'oxygène absorbé. On précipite ensuite l'acide sulfurique dans la liqueur, à l'état de sulfate de baryte.

» Deux analyses ainsi exécutées, la première avec un échantillon magnifiquement cristallisé, la seconde avec un échantillon également cristallisé, quoique moins beau, ont fourni :

Oxygène excédant.	Acide sulfurique (SO^3).	Rapport.
8,23	83,4	10,1
10,00	94,1	9,4

Le rapport théorique, $S^2O^6 = 80 : O = 8$, est égal à 10.

» J'ai même réussi à peser directement la matière contenue dans le tube qui a servi à la seconde expérience [1] ; le poids total a été trouvé égal à 104,0 ; la somme des éléments séparés étant 10,0 + 94,1 = 104,1.

» Cette vérification démontre que l'acide persulfurique pur est formé uniquement de soufre et d'oxygène.

---

[1] Le tube renfermant l'acide persulfurique a été rempli d'air sec par le jeu d'une trompe ; on l'a scellé, pesé, puis on a traité le contenu par le chlorure stanneux, lavé, séché et pesé de nouveau le tube. La différence des deux pesées, soit 99^{mgr}, donne le poids de la matière primitive, diminué du poids de l'air que la vapeur d'acide persulfurique déplace, en raison de sa tension propre. Celle-ci ayant été mesurée sur un échantillon pareil, extrait préalablement du même tube avec la pompe à mercure, il a été facile de calculer le poids de l'air déplacé, lequel s'élevait à 5 milligrammes.

» J'ai contrôlé ces résultats par diverses autres méthodes d'analyse que je signalerai pour mémoire, telles que :

» 1° L'oxydation d'une solution titrée de sulfate ferreux ; la perte de titre étant reconnue à l'aide du permanganate de potasse. On a opéré de deux manières différentes. Tantôt la solution de sulfate ferreux a été introduite directement dans les tubes à effluve ; tantôt j'ai fait d'abord pénétrer dans ceux-ci de l'acide sulfurique concentré, lequel dissout l'acide persulfurique, sans en dégager l'oxygène ; puis j'ai versé l'acide dans une grande quantité d'eau, et je l'ai titré aussitôt à l'aide du sulfate ferreux. Les deux procédés ont fourni des résultats identiques.

» 2° L'oxydation d'une solution neutre d'iodure de potassium ; on dose l'iode mis à nu à l'aide d'une solution titrée d'hyposulfite. On a opéré aussi suivant les deux artifices qui viennent d'être signalés.

» 3° L'oxydation d'une solution titrée d'acide sulfureux, la perte de titre étant reconnue au moyen d'une solution titrée d'iode. On a vérifié dans ce cas qu'il ne s'était pas formé d'acide hyposulfurique : circonstance qui paraît se présenter, au contraire, lorsqu'on opère en présence d'un très-grand excès d'acide sulfurique.

Tous ces dosages concordent avec la formule S^2O^7.

Stabilité. — L'acide persulfurique peut être préparé, comme il a été dit, et conservé pendant plusieurs jours à une température voisine de zéro. Cependant il ne paraît pas très-stable ; au bout d'une quinzaine, il commence à donner des signes de décomposition spontanée. Sa dissolution aqueuse se détruit rapidement. Sa dissolution dans l'acide sulfurique concentré, quoique plus stable, dégage peu à peu de l'oxygène. Au bout de six semaines, elle est presque complétement détruite.

» 5. *Réactions.* — L'acide persulfurique chauffé sur une flamme se décompose aussitôt en oxygène et acide sulfurique anhydre.

» *Air.* — En présence de l'air, l'acide persulfurique répand des fumées épaisses, en se changeant en acide sulfurique hydraté, aux dépens de la vapeur d'eau atmosphérique.

» *Acide sulfurique.* — L'acide persulfurique se dissout dans l'acide sulfurique concentré, sans dégager d'oxygène, et cette solution peut être ensuite étendue d'eau sans altération immédiate ; comme le prouvent les dosages par le sulfate ferreux ou l'iodure de potassium. Même au bout de vingt-quatre heures, le titre d'une telle solution étendue n'a pas changé sensiblement. Cependant l'oxygène se dégage lentement de toutes ces liqueurs. Si l'on ajoute de la mousse de platine à la dissolution sulfurique (pure ou

diluée avec de l'eau), ou bien encore si on la chauffe, l'oxygène gazeux se dégage aussitôt.

L'acide persulfurique isolé change l'acide sulfureux en acide sulfurique

$$S^2O^7 + SO^2 \text{ étendu} = 3SO^3 \text{ étendu};$$

tandis que l'acide persulfurique, dissous dans une très-grande quantité d'acide sulfurique concentré, fournit avec l'acide sulfureux une dose notable d'acide hyposulfurique (cette expérience a été faite avec les produits de l'électrolyse):

$$S^2O^7 \text{ mêlé de } n\,SO^4H + 2SO^2 \text{ étendu} = S^2O^5 \text{ étendu} + 2SO^3 \text{ étendu}.$$

» *Eau.* — Au contact de l'eau, l'acide persulfurique se dissout, en répandant des fumées épaisses et avec une vive effervescence, due au dégagement de l'oxygène. Cependant, une portion sensible de celui-ci, un quart à un cinquième environ, demeure combinée dans les premiers moments, et peut être dosée par l'iodure de potassium. Mais cet oxygène se dégage peu à peu, en fines bulles gazeuses, par suite d'une décomposition spontanée. La présence d'un grand excès d'acide sulfurique donne une stabilité plus prolongée à l'acide persulfurique, même dans l'état de dissolution étendue; sans cependant en assurer la permanence indéfinie.

» *Bases.* — L'eau de baryte produit des effets analogues à l'eau : une portion de l'oxygène se dégage aussitôt, avec production de sulfate de baryte insoluble; tandis qu'une autre portion forme du *persulfate de baryte*, soluble dans l'eau. Mais ce sel se décompose rapidement, avec régénération d'oxygène et de sulfate de baryte. Cette régénération peut être observée très-nettement, en filtrant la liqueur aussitôt après la réaction de la baryte, et en y ajoutant de l'iodure de potassium acidulé par l'acide chlorhydrique, de façon à obtenir un liquide acide.

» Le persulfate de baryte a pour formule probable : S^2O^7, BaO, d'après les analogies tirées des permanganates; mais tous mes essais pour l'isoler dans l'état solide sont demeurés infructueux.

» 6. *Caractères.* — Les caractères principaux de l'acide persulfurique dissous sont tirés de son aptitude à se dédoubler en oxygène et acide sulfurique, soit avec le temps, soit par la chaleur, soit au contact du platine. J'ai indiqué plus haut comment il oxyde à froid l'iodure de potassium, le sulfate ferreux, l'acide sulfureux, le chlorure stanneux. Cependant cette action oxydante est moins générale et moins énergique que celle du chlore, de l'ozone et de divers autres oxydants; en effet, l'acide persulfurique n'oxyde à froid ni les solutions acides d'acide arsénieux, ni celles d'acide oxalique, ce qui

le rapproche de l'eau oxygénée. Il s'en distingue, parce qu'il ne forme point d'acide perchromique, et ne réduit pas le permanganate de potasse. Il peut coexister avec l'eau oxygénée, dans les dissolutions aqueuses ou sulfuriques; aussi bien qu'avec l'ozone, dans l'état anhydre ou dissous.

» 7. L'existence de l'acide persulfurique donne lieu à diverses remarques essentielles au point de vue des théories chimiques; je me bornerai aujourd'hui à signaler les suivantes. Le soufre et l'oxygène forment une série de composés définis, croissant suivant les rapports équivalents :

S^2 : O(inconnu; analogue à Cu^2O);
O^2 (acide hyposulfureux);
O^3 (inconnu; analogue à Mn^2O^3);
O^4 (acide sulfureux);
O^5 (acide hyposulfurique);
O^6 (acide sulfurique);
O^7 (acide persulfurique);
O^8 (inconnu; analogue à l'acide osmique Os^2O^8).

» Cette série exprime tous les types possibles des combinaisons simples que l'oxygène contracte avec les métalloïdes ou avec les métaux. Le soufre, le chlore, l'azote en réalisent chacun cinq termes; la limite extrême représentant, dans la plupart des cas connus, les acides qui renferment 7 équivalents d'oxygène, tels que les acides perchlorique, periodique, permanganique, perchromique, heptaruthénique (de MM. Deville et Debray), enfin persulfurique. Ces acides suroxygénés, dont la composition est pareille, offrent une remarquable analogie de propriétés physiques et chimiques, analogie qui peut aller jusqu'à l'isomorphisme. Ils constituent un véritable type moléculaire, pour employer l'heureuse expression proposée par M. Dumas, il y a quarante ans. Dans ce type, RO^7, 7 équivalents d'oxygène sont associés aux éléments les plus divers. Mais il est digne de remarque que les propriétés du type dérivent de l'oxygène et non du corps antagoniste; elles résident dans l'association elle-même, et non dans chacun des éléments qui le constituent envisagés isolément; contrairement à ce que prétend la théorie de l'atomicité fixe des éléments.

» En effet, rien n'est plus dissemblable que le soufre, le chlore et le manganèse libres. Leurs premiers termes d'oxydation :

Acide hyposulfureux et oxyde manganeux, S^2O^2 et Mn^2O^2;
Acide chloreux et oxydes manganique et chromique, ClO^3, Cr^2O^3, Mn^2O^3;
Acides sulfureux, hypochlorique et bioxyde de manganèse, S^2O^4, ClO^4, Mn^2O^4;
Acides hyposulfurique et chlorique, S^2O^5 et ClO^5,

n'offrent aucune analogie. Celle-ci existe dès le début entre le chrome et le manganèse; elle s'étend à un terme de plus, lorsqu'on arrive aux acides manganique, chromique et sulfurique, Mn^2O^6, Cr^2O^6, S^2O^6. Mais elle devient surtout compréhensive dans les composés de la formule RO^7. Les propriétés communes à ce type moléculaire ne résultent donc point de celles des éléments isolés, car autrement elles devraient exister dans toute la série; mais elles se développent seulement dans l'acte de leur groupement: conformément aux théories que nous n'avons cessé de soutenir et qui suffisent à l'interprétation et à la prévision de tous les phénomènes, comme elles ont suffi à la découverte de toutes les lois fondamentales de la Chimie moderne.

» Je poursuis la recherche des acides suroxygénés des autres éléments, conformément aux indications précédentes. »

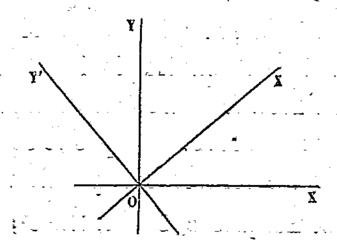
MÉCANIQUE. — *Note sur un nouveau spiral réglant plat des chronomètres et des montres;* par M. **Phillips.**

« Dans un voyage fait, à la fin de 1871, au Locle (Suisse), je crus devoir, d'après certaines considérations théoriques, conseiller à plusieurs des habiles artistes qui s'occupent du réglage des chronomètres de munir le spiral plat d'une courbe terminale théorique intérieure, en outre de sa courbe terminale théorique extérieure. L'expérience ayant depuis lors confirmé ces prévisions et l'emploi de ces spiraux s'étant de plus en plus répandu, il me paraît utile d'en exposer la théorie, laquelle est fondée sur la théorie générale du spiral réglant.

» Soient O le pôle de la spirale d'Archimède et OX son axe polaire; son équation, en coordonnées polaires, est

$$(1) \qquad r = a\theta,$$

a étant une constante.



» Soient OX et OY les parties positives de deux axes coordonnés rectangulaires, le sens de OX vers OY étant celui dans lequel r va en crois-

sant; soient θ_0 et θ_1 les angles polaires, répondant respectivement à l'extrémité intérieure et à l'extrémité extérieure de la spirale d'Archimède, et soient r_0 et r_1 les rayons vecteurs correspondants.

» Calculons les coordonnées x et y du centre de gravité de la spirale d'Archimède. En désignant par l sa longueur totale, on a

$$lx = \int_0^l r\cos\theta\, ds \quad \text{et} \quad ly = \int_0^l r\sin\theta\, ds.$$

Or

$$ds = a\theta\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}} d\theta.$$

» Développons $\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ suivant les puissances de $\frac{1}{\theta^2}$. En ne conservant que les deux premiers termes, il vient

$$\left(1 + \frac{1}{\theta^2}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2\theta^2}.$$

» Cette approximation est parfaitement permise. En effet, le terme suivant est $-\frac{1}{8\theta^4}$. Or la plus petite valeur de θ, qui est θ_0, est au moins égale à 30; de sorte que $\frac{1}{8\theta^4} = \frac{1}{6480000}$, qui est négligeable devant l'unité. On a donc

$$lx = a^2\left(\int_{\theta_0}^{\theta_1} \theta^2 \cos\theta\, d\theta + \frac{1}{2}\int_{\theta_0}^{\theta_1} \cos\theta\, d\theta\right)$$

et

$$ly = a^2\left(\int_{\theta_0}^{\theta_1} \theta^2 \sin\theta\, d\theta + \frac{1}{2}\int_{\theta_0}^{\theta_1} \sin\theta\, d\theta\right).$$

» En intégrant, on a finalement

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} lx = {} & r_1^2 \sin\theta_1 + 2r_1 a\cos\theta_1 - 1{,}5a^2\sin\theta_1 \\ & - r_0^2\sin\theta_0 - 2r_0 a\cos\theta_0 + 1{,}5a^2\sin\theta_0, \end{aligned}\right.$$

et

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} ly = {} & - r_1^2 \cos\theta_1 + 2r_1 a\sin\theta_1 + 1{,}5a^2\cos\theta_1 \\ & + r_0^2\cos\theta_0 - 2r_0 a\sin\theta_0 - 1{,}5a^2\cos\theta_0. \end{aligned}\right.$$

» Soient maintenant OX' et OY' les parties positives de deux axes rectangulaires, l'axe OX' passant par l'extrémité extérieure de la spirale d'Archimède et le sens de OX' vers OY' étant celui dans lequel r croît. Appelons x' et y' les coordonnées, par rapport à ces nouveaux axes, du centre de

gravité de la spirale d'Archimède. On a

$$x' = x\cos\theta_1 + y\sin\theta_1, \quad \text{et} \quad y' = -x\sin\theta_1 + y\cos\theta_1.$$

» On conclut donc de (2) et (3)

$$lx' = 2r_1 a + r_0^2\sin(\theta_1 - \theta_0) - 2r_0 a\cos(\theta_1 - \theta_0) - 1{,}5a^2\sin(\theta_1 - \theta_0)$$

et

$$ly' = -r_1^2 + 1{,}5a^2 + r_0^2\cos(\theta_1 - \theta_0) + 2r_0 a\sin(\theta_1 - \theta_0) - 1{,}5a^2\cos(\theta_1 - \theta_0)\ (^1).$$

» Posons

(4) $$\theta_1 - \theta_0 = 6.$$

6 est l'angle polaire correspondant à toute la spirale d'Archimède. Il vient

(5) $$lx' = 2r_1 a + r_0^2\sin 6 - 2r_0 a\cos 6 - 1{,}5a^2\sin 6$$

et

(6) $$ly' = -r_1^2 + 1{,}5a^2 + r_0^2\cos 6 + 2r_0 a\sin 6 - 1{,}5a^2\cos 6.$$

» Maintenant, munissons le spiral de deux courbes terminales, l'une extérieure et l'autre intérieure, se raccordant tangentiellement et respectivement avec les deux extrémités de la spirale d'Archimède. D'après la théorie générale du spiral réglant il faut, en vue de l'isochronisme, déterminer ces deux courbes de manière que le centre de gravité du spiral tout entier soit sur l'axe du balancier, c'est-à-dire au point O. Soient donc

l_0 et l_1 les longueurs respectives de la courbe terminale intérieure et de la courbe terminale extérieure;

x_0 et y_0 les coordonnées, par rapport à OX' et OY', du centre de gravité de la première de ces deux courbes;

x_1 et y_1 les coordonnées, par rapport aux mêmes axes, du centre de gravité de la seconde.

» Nous déterminerons ces deux courbes de manière que l'on ait

(7) $$l_0x_0 + l_1x_1 = -2r_1 a - r_0^2\sin 6 + 2r_0 a\cos 6 + 1{,}5a^2\sin 6$$

et

(8) $$l_0y_0 + l_1y_1 = r_1^2 - 1{,}5a^2 - r_0^2\cos 6 - 2r_0 a\sin 6 + 1{,}5a^2\cos 6.$$

(1) L'idée de ce mode de recherche du centre de gravité de la spirale d'Archimède, au point de vue du spiral réglant, est due à M. Grossmann, directeur de l'École d'Horlogerie du Locle (Suisse).

» Avant d'aller plus loin, nous observerons que, uniquement pour juger l'ordre de grandeur de diverses quantités, nous pourrons supposer approximativement, et comme étant d'ailleurs conforme aux usages de la pratique,

$$r_1 = 5^{mm},$$
$$r_0 = 1^{mm},6$$
et
$$a = 0^{mm},05,$$

le rayon de la virole étant supposé de 1 millimètre. On en conclut

$$\theta_1 - \theta_0 = \frac{r_1 - r_0}{a} = 68,$$

ce qui correspond environ à 11 tours de spires de la spirale d'Archimède.

» Afin de satisfaire à (7) et (8), nous déterminerons d'abord la courbe terminale extérieure, de manière qu'elle vérifie les deux équations

$$(9) \qquad l_1 x_1 = -2r_1 a + 1,5a^2 \sin\beta$$

et

$$(10) \qquad l_1 y_1 = r_1^2 - 1,5a^2 + 1,5a^2 \cos\beta;$$

puis nous déterminerons la courbe terminale intérieure d'après les deux conditions

$$(11) \qquad l_0 x_0 = -r_0^2 \sin\beta + 2r_0 a \cos\beta$$

et

$$(12) \qquad l_0 y_0 = -r_0^2 \cos\beta - 2r_0 a \sin\beta.$$

» Soient γ_1 l'angle formé par le rayon vecteur du centre de gravité de la courbe terminale extérieure avec OX' ou avec r_1, et δ_1 la longueur de ce rayon vecteur.

» On voit que $x_1 < 0$ et $y_1 > 0$. De plus, on conclut de (9) et (10)

$$\tang\gamma_1 = -\frac{r_1}{2a} \frac{1 - 1,5\frac{a^2}{r_1^2}(1-\cos\beta)}{1 - \frac{1,5}{2}\frac{a}{r_1}\sin\beta}.$$

Il en résulte que $\tang\gamma_1 < 0$ est très-voisin, en grandeur absolue, de $\frac{r_1}{2a}$ ou de 50. On peut donc admettre, pour la pratique, que

$$(13) \qquad \gamma_1 = 90^\circ.$$

» On tire en outre de (9) et (10)

$$l_1^2 \delta_1^2 = r_1^4 \left[1 + (1 + 3\cos 6) \frac{a^2}{r_1^2} - 6 \sin 6 \frac{a^3}{r_1^3} + \frac{9}{2} (1 - \cos 6) \frac{a^4}{r_1^4} \right],$$

ou, avec une très-grande approximation, puisque $\frac{a}{r_1} = 0{,}01$,

$$l_1^2 \delta_1^2 = r_1^4,$$

d'où

(14) $$\delta_1 = \frac{r_1^2}{l_1}.$$

» Les conditions (13) et (14) montrent que la courbe terminale extérieure est une courbe théorique.

» Déterminons maintenant la courbe terminale intérieure d'après les équations (11) et (12).

» Soient γ_0 l'angle formé par le rayon vecteur du centre de gravité de cette dernière courbe avec OX′ ou avec r_1, et δ_0 la longueur de ce rayon vecteur.

» On tire de (11) et (12)

$$\tan\gamma_0 = -\frac{\tan 6 + \frac{r_0}{2a}}{1 - \frac{r_0}{2a}\tan 6}.$$

» Soit ε l'angle compris entre zéro et 90 degrés, qui est tel que l'on ait

(15) $$\tan\varepsilon = \frac{r_0}{2a};$$

alors

$$\tan\gamma_0 = -\tan(6 + \varepsilon);$$

d'où

(16) $$\gamma_0 = -(6 + \varepsilon).$$

» En remplaçant r_0 et a par les valeurs que nous leur avons attribuées, on a

$$\tan\varepsilon = 16,$$

de sorte que ε est compris entre 86 et 87 degrés. A moins de circonstances tout à fait exceptionnelles, et qui ne se rencontrent jamais dans la pratique, on peut donc admettre que $\varepsilon = 90°$, et, par suite, que le rayon vecteur du centre de gravité de la courbe terminale intérieure est perpendiculaire au rayon vecteur r_0.

» On conclut en outre de (11) et (12)

$$l_0^2\,\delta_0^2 = r_0^4\left(1 + \frac{4a^2}{r_0^2}\right),$$

ou, très-approximativement, en observant que $\frac{4a^2}{r_0^2} = \frac{1}{256}$,

$$l_0^2\,\delta_0^2 = r_0^4,$$

d'où

(17) $$\delta_0 = \frac{r_0^2}{l_0}.$$

» Les conditions (16) et (17) montrent que la courbe terminale intérieure est aussi une courbe théorique. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur quelques modifications nouvelles apportées au téléphone.* Note de M. **Bréguet.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les intéressants résultats que j'ai obtenus d'après les indications de MM. Garnier et Pollard, ingénieur des constructions navales à Cherbourg.

» Ayant entendu parler des travaux de M. Edison relatifs à la téléphonie voltaïque, M. Pollard a cherché à réaliser les expériences de ce savant, en employant, comme lui, de la plombagine pour constituer un conducteur à résistance variable.

» Une petite plaque de fer-blanc, tout à fait analogue à celle du téléphone de Bell, est mise en contact avec l'extrémité d'un crayon ordinaire à la mine de plomb, cette extrémité exerçant une légère pression sur la partie centrale de la plaque. Le crayon, d'une part, et la plaque, de l'autre, sont reliés par des fils de lignes ordinaires aux deux extrémités du fil de la bobine d'un téléphone de Bell, et la tige aimantée du téléphone est remplacée ici par une tige de fer doux. Une pile de dix éléments Leclanché est interposée dans le circuit.

» Lorsque, en parlant, on met en vibration la plaque de l'appareil transmetteur, l'extrémité du crayon de plombagine subit une série de modifications dans son contact avec la plaque, sans que ce contact soit jamais rompu. Ces modifications se traduisent par des variations dans la résistance du circuit, au point de contact même, et par conséquent par des variations dans l'intensité du courant permanent de la pile.

» On conçoit dès lors que ce courant, dont l'intensité ne varie que

d'après les mouvements élémentaires de la plaque vibrante, produise, dans l'électro-aimant du téléphone récepteur, des alternatives d'attraction et de non-attraction. Celles-ci agissent absolument à la manière ordinaire de l'appareil de Bell, et permettent par conséquent d'entendre la voix d'une personne parlant au loin dans le transmetteur.

» Outre que l'expérience est intéressante par elle-même, nous croyons que ces expérimentateurs s'engagent dans une voie qui pourra les mener à un accroissement de l'intensité de la voix perçue dans les téléphones ordinaires. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le rendement et les propriétés d'un nouveau bélier aspirateur sans réservoir d'air, pouvant tirer l'eau de toutes les profondeurs.* Note de M. **A. de Caligny.**

« Le bélier aspirateur de Montgolfier, même tel qu'il a été perfectionné, ne pouvait servir à tirer de l'eau que d'une profondeur bien inférieure à celle qui serait mesurée par une colonne liquide capable de faire équilibre à la pression atmosphérique. On employait un réservoir d'air dilaté, ce qui diminuait encore cette profondeur. J'ai depuis longtemps proposé de tirer l'eau de toutes les profondeurs par le mouvement acquis d'une colonne liquide sans réservoir d'air dilaté. Je m'exprimais ainsi dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, année 1866, dans un Mémoire sur des machines à faire des épuisements : « Quelle que soit la hauteur d'une colonne » liquide, si elle est en mouvement de bas en haut, on conçoit qu'elle tend » à faire le vide à son extrémité inférieure, comme le ferait un piston qui » serait mû de bas en haut à cette profondeur, jusqu'à ce que la vitesse » acquise de la colonne liquide, ainsi devenue aspirante, soit éteinte. Ce » principe de l'emploi du mouvement acquis de bas en haut par une » colonne liquide d'une hauteur quelconque n'a pas seulement pour » objet cette machine particulière qui offre un exemple de ses applications : » c'est un principe général qu'il est intéressant de signaler ». Dans le *Bulletin de la Société philomathique* du 3 mars 1866, j'avais déjà indiqué, d'une manière générale, qu'on pouvait, en fermant un orifice d'introduction et laissant ouvrir une soupape pour permettre l'entrée de l'eau à épuiser, tirer de l'eau de toutes les profondeurs au moyen de ce principe. Il suffit maintenant de disposer la soupape d'arrêt convenablement équilibrée à l'origine du tuyau de conduite servant de corps de bélier, *mais au fond d'un réservoir descendant jusqu'au-dessous du niveau de l'eau à épuiser*. Le tuyau ou corps de

bélier se relève jusqu'au point où l'on veut faire déboucher l'eau relevée. Quand la soupape d'arrêt se ferme, un clapet s'ouvrant de dehors en dedans permet à l'eau à épuiser de *suivre* celle qui est en mouvement dans le tuyau d'*évacuation* jusqu'à ce que la vitesse soit éteinte dans celui-ci. Alors il se présente, d'une manière analogue à ce qui se passe dans les béliers aspirateurs connus, un petit mouvement de retour qui, joint à la pression de bas en haut de la colonne d'évacuation, aide à faire ouvrir la soupape d'arrêt, sollicitée d'ailleurs par un contre-poids qui agit d'une manière analogue à celui de la soupape d'arrêt d'un bélier aspirateur connu.

» Il paraît que Montgolfier ne comptait que sur la percussion de l'eau pour faire fermer la soupape d'arrêt. C'est sur un effet de succion analogue à celui qui fait enfoncer les poutrelles dans les barrages que je compte principalement pour produire cet effet, en élargissant d'ailleurs convenablement la soupape au delà des bords de l'orifice, et je crois être le premier qui ait employé les phénomènes de succion pour faire fermer ce genre d'orifices.

» J'ai donné diverses indications pour ces expériences à M. Chemin, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui, ayant d'ailleurs étudié mes Mémoires sur l'Hydraulique, est parvenu à construire un appareil de ce genre *entièrement automatique et fonctionnant régulièrement avec un rendement considérable*. Il a de plus constaté que cet appareil, beaucoup plus simple que le bélier aspirateur du cabinet de l'École des Ponts et Chaussées, qui ne fonctionne bien d'ailleurs qu'avec deux soupapes d'arrêt conjuguées, pouvait servir non-seulement à faire des épuisements comme ceux qu'il a eu à faire dans ses travaux, mais qu'on pouvait aussi lui faire aspirer de l'air au lieu d'eau. On pourrait donc, dit-il, en lui donnant une forme portative, s'en servir aussi pour retirer l'air vicié de certains endroits, notamment pour enlever les gaz délétères des puits et fosses d'aisance.

» M. Chemin a eu le mérite de réaliser mon idée en construisant une machine peu coûteuse, qui n'est pas encombrante, se monte et se démonte facilement. Elle a l'avantage de pouvoir être exécutée partout. Il faut seulement que le réservoir, ou gros tuyau vertical en tenant lieu, qui reçoit l'eau motrice, ait, par rapport à la soupape d'arrêt, un diamètre assez grand pour que, à l'époque où celle-ci se ferme, il n'en résulte pas un coup de bélier sensible. Il est bien à remarquer que la colonne liquide n'est pas divisée en deux comme dans les béliers aspirateurs. L'eau à épuiser *entre immédiatement dans le système,* sans qu'on ait à prendre des précautions

contre des effets de l'inertie de cette eau, comme on était obligé de le faire pour le bélier aspirateur précité.

» Le tuyau d'évacuation doit avoir une certaine longueur, conformément à ce que j'ai dit depuis longtemps de l'influence de la longueur des tuyaux sur les mouvements oscillatoires. J'ai d'ailleurs indiqué dans les *Comptes rendus*, séance du 1er mai 1876, les principes au moyen desquels on peut calculer la longueur qui conduit au maximum de rendement pour des conditions données, ainsi que le débit le plus convenable pour une chute d'eau et des diamètres déterminés dans divers appareils de ce genre.

» On conçoit qu'il y a des circonstances dans lesquelles il pourrait être impraticable d'avoir un réservoir vertical ayant toute la profondeur de l'eau à épuiser. Pour ce cas, j'ai indiqué dans les *Comptes rendus*, séance du 12 octobre 1857, et dans le Mémoire précité de 1866, une disposition plus intéressante, mais moins simple. Quant à l'appareil, sous la forme objet de cette Note, il ne semble pas indispensable, pour le cas des profondeurs très-grandes ou des chutes d'eau très-hautes, d'équilibrer la soupape d'arrêt au moyen d'un balancier et d'une très-longue tige, un flotteur paraissant pouvoir produire un effet analogue. C'est un détail à étudier pour des circonstances exceptionnelles; j'ai d'ailleurs employé avec succès, dans un cas analogue, une soupape avec balancier et contre-poids noyés.

» J'ai été conduit au principe de cet appareil par la recherche des moyens soit de tirer de l'eau des grandes profondeurs en employant une assez petite chute motrice, soit de la tirer de profondeurs médiocres au moyen d'une grande chute. Mais l'expérience établit maintenant que, même pour les circonstances ordinaires auxquelles on appliquait le bélier aspirateur avec avantage, l'appareil, objet de cette Note, remplit d'une manière beaucoup plus simple toutes les conditions, en permettant, ce qui est peut-être le plus essentiel quant aux applications à faire loin des villes, *de supprimer toute espèce de réservoir d'air.*

» M. Chemin se proposant de faire très-prochainement une application de ce système sur une plus grande échelle, je n'entrerai pas ici dans les détails de ses premières expériences. Je dirai seulement que la chute motrice, c'est-à-dire la différence entre la hauteur du niveau d'amont et du niveau auquel montait l'eau épuisée, a varié de $0^{m},50$ à $1^{m},50$; le rendement a été plus spécialement étudié avec une chute motrice de $0^{m},70$ et une de $0^{m},85$. Quant à la différence de niveau entre l'eau à épuiser et la

hauteur de déversement de l'eau motrice mélangée à l'eau épuisée, elle a varié entre $0^m,40$ et $1^m,20$; pour la plus grande partie des expériences, cette différence de niveau a été de $0^m,60$. Dans ces conditions, M. Chemin a obtenu une série de résultats très-concordants entre eux. Quoique le tuyau d'évacuation n'eût qu'un diamètre de $0^m,07$, le rendement n'est pas descendu au-dessous de 72 pour 100. La longueur totale de ce tuyau était de $8^m,50$. On épuisait en moyenne 42 litres par minute. Ces expériences ont été faites à l'établissement des eaux de Laval dans ces dimensions et dans les conditions précitées, parce qu'elles se rapprochent très-sensiblement de celles qui se rencontrent dans un cas pratique de travaux auxquels cet appareil va être appliqué prochainement. La hauteur de la chute motrice pouvait varier notablement sans que cela arrêtât l'appareil. Je crois qu'il sera possible de perfectionner la construction; je n'entrerai donc pas ici dans plus de détails, espérant d'ailleurs que M. Chemin présentera bientôt une série d'expériences sur une plus grande échelle. On sait combien il y a de recherches délicates à faire pour réaliser une machine nouvelle, même avec les conseils de l'inventeur, et j'espère qu'on appréciera toute l'étendue du service que M. Chemin vient ainsi de rendre à la science et à l'industrie.

» Il s'occupe d'ailleurs aussi d'appliquer dans les travaux des Ponts et Chaussées plusieurs machines de mon invention, notamment mon appareil automatique à élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau sans piston ni soupape, le tube d'ascension oscillant de lui-même en vertu de phénomènes nouveaux. Il a aussi employé avec avantage ma pompe *aspirante cylindro-conique* sans piston ni soupape. J'ajouterai seulement ici qu'il a retrouvé sous une autre forme, dans le système objet de cette Note, un phénomène singulier que j'avais déjà observé dans mon appareil précité à tube oscillant automatique : je veux parler d'une espèce de trépidation résultant d'un règlement de contre-poids, qui permet à l'appareil *de se mettre en marche de lui-même* et de fonctionner ensuite régulièrement. Je dois dire que ce genre de phénomène avait jusqu'à présent introduit une condition gênante, dont je préférais, en général, me débarrasser au moyen de quelques précautions, tandis que, dans cet appareil nouvellement construit, il a été possible de l'employer d'une manière convenable pour la mise en train. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Dumont** adresse une Lettre concernant l'état actuel du projet de canal d'irrigation du Rhône, et l'intérêt que présenterait l'établissement de ce canal, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Claparède** adresse une Note relative à un mode particulier de transmission de mouvement.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **T. Héna** adresse une Note relative à la Géologie du département des Côtes-du-Nord.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert.)

M. **Couchmann** adresse une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **de la Gournerie** est adjoint à la Commission nommée pour examiner un Mémoire de M. *Haton de la Goupillière*, sur des formules nouvelles pour l'étude du mouvement d'une figure plane.

CORRESPONDANCE.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les « États des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour, au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1877 ».

« Les plus hautes eaux ont été observées le 23 février, au pont Royal, à $5^m,17$; au pont de la Tournelle, le 24 février, à $3^m,99$.

» Les plus basses eaux, au pont Royal, le 1er juillet; au pont de la Tournelle, le 17 août, à 0,17.

» La moyenne a été de $2^m,30$ au pont Royal et de $0^m,99$ au pont de la Tournelle. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 5e édition d'un ouvrage de M. *A. Guillemin*, intitulé : « Le Ciel ». (Présenté par M. Y. Villarceau);

2° « L'Annuaire de l'Observatoire météorologique de Montsouris pour 1878 ».

M. **Dumas**, considérant l'oxygène comme appartenant à la famille du soufre, et les corps isomorphes comme ayant même volume atomique, avait conclu que, le volume atomique du soufre étant $\frac{32}{2}$, celui de l'oxygène devait être $\frac{16}{1}$, et réciproquement, que la densité de l'oxygène liquide ou solide serait de $\frac{16}{16}$, soit égale à la densité de l'eau.

Ces présomptions pouvant être utiles pour apprécier l'espace occupé dans les appareils de M. R. Pictet par l'oxygène liquide, il les lui avait communiquées, en ajoutant que la connaissance de la densité de l'oxygène liquide serait d'ailleurs très-intéressante à connaître. La Lettre suivante a été provoquée par cette Communication.

CHIMIE. — *Densité de l'oxygène liquide.* Lettre de M. **R. Pictet** à M. Dumas.

« Vous arrivez à l'expression de la densité de l'oxygène liquide comme étant représentée par $\frac{16}{16} = 1 = \delta$, à l'état solide et probablement liquide aussi, en négligeant les variations dues à la dilatation.

» J'ai la grande satisfaction, Monsieur, de pouvoir vous annoncer la *complète confirmation expérimentale* de vos vues théoriques, exprimées déjà depuis si longtemps par vous à Genève. Voici comment cette détermination peut se faire.

» Je connais directement et très-exactement :

» 1° Le volume total de l'obus en fer forgé vide, et le volume du chlorate de potasse décomposé en oxygène et chlorure de potassium ;

» 2° La température de l'obus au moment de la décomposition totale ;

» 3° Le volume du tube dans lequel la condensation de l'oxygène s'opère ;

» 4° La pression au manomètre avant la condensation et après la condensation ;

» 5° Les variations du manomètre après deux ou trois jets consécutifs, jusqu'au moment où le point de saturation est atteint et passé lequel l'oxygène sort gazeux.

» Ces diverses données, combinées ensemble avec la densité gazeuse, la pression et la température, m'ont amené à cette conclusion, qu'une différence de $74^{atm},26$ au manomètre représentait la variation de pression correspondant à la condensation de l'oxygène, dans tout le tube immergé dans l'acide carbonique.

» Cette variation a été observée exactement dans les trois dernières

expériences que j'ai faites avec l'aide de plusieurs de mes collègues, ici à Genève.

» La quantité d'oxygène liquide que nous avions dans le tube était de $45^{gr},467$, correspondant à un volume de $46^{cmc},25$. Mais il est possible que la partie tout à fait supérieure du tube mince eût quelques centimètres de longueur de vide, sans liquide, ce qui expliquerait la différence de $0^{gr},8$ trouvée.

» Du reste, les liquides très-volatils ont des dilatations si considérables, qu'il est indispensable de connaître exactement la température à laquelle ils sont soumis pour en déduire leur vraie densité.

» Quoi qu'il en soit, il y a une vérification certaine dans des limites assez définies de notre calcul théorique relatif à cet élément physique.

» Dans notre expérience d'hier au soir, nous avons soigneusement relevé les pressions, après chaque jet liquide, en éclairant ce jet au moyen de la lumière électrique. Les rayons étaient rendus parallèles par un réflecteur parabolique, et nous avons observé le jet éclairé par l'intermédiaire de deux prismes de Nicol, de telle sorte que les rayons analysés fussent à angle droit avec la lumière incidente. Cette observation montra, à deux observateurs simultanément, une polarisation très-forte de la lumière, ce qui prouve la présence, dans le jet, de poussières solides, très-probablement de petits cristaux d'oxygène solide.

» Je rédige actuellement le relevé exact de ces diverses expériences, avec le calcul *in extenso* relatif à toutes ces déterminations. J'aurai l'honneur de vous le communiquer de suite. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la quartique de Steiner*. Note de M. E. AMIGUES.

« On sait que la quartique de Steiner est de troisième classe et qu'elle est doublement tangente aux quatre faces d'un tétraèdre. Nous dirons qu'elle est *inscrite* à ce tétraèdre.

» *Théorème I.* — Dans une quartique de Steiner, menons le plan tangent parallèle à la face A du tétraèdre; puis, entre ces deux plans, un troisième plan qui leur soit parallèle, mais qui soit deux fois plus près du plan de la face A que du plan tangent parallèle. Nous aurons ainsi un plan α. Ce plan et les trois plans analogues se coupent en un même point.

» Nous appellerons ce point *point central* de la quartique, parce que, à certains égards, il joue le rôle du centre dans les coniques.

» *Théorème II.* — Quand une quartique de Steiner se déforme, en restant inscrite au même tétraèdre et tangente à une surface de classe $3m$

ayant les faces du tétraèdre pour plans tangents d'ordre $2m$, le point *central de la quartique* décrit une surface de classe m.

» Pour $m = 0$, on a le théorème suivant :

» Quand une quartique de Steiner reste inscrite au même tétraèdre et tangente à un plan donné, son point central décrit un plan. Le théorème analogue de Géométrie plane n'est autre que le théorème de Newton sur le lieu des centres des coniques inscrites à un triangle et tangentes à une quatrième droite.

» Pour $m = 1$, la surface fixe est une quartique de Steiner, et le point central de la quartique variable demeure immobile.

» *Théorème III.* — Un plan P coupe les six arêtes d'un tétraèdre ABCD en six points. Les six points qui divisent les arêtes de même nom d'un autre tétraèdre A'B'C'D' dans des rapports réciproques sont évidemment dans un même plan P'. A chaque plan P correspond un plan P' et un seul. Quand le plan P passe par un point fixe M, le plan P' enveloppe une quartique de Steiner S. Quand le point M varie, la quartique S se déforme, et son point central I décrit une figure homographique de celle que décrit le point M. Dans ces deux figures homographiques, les plans de l'infini se correspondent : les volumes sont donc proportionnels (CHASLES), et le rapport des valeurs décrites par les points I et M est

$$\frac{1}{27}\frac{\text{vol A}'\text{B}'\text{C}'\text{D}'}{\text{vol ABCD}}.$$

» Pour que les deux figures homographiques décrites par les points I et M soient semblables, il faut et il suffit que les tétraèdres soient semblables eux-mêmes. Le rapport de similitude de la figure I à la figure M est alors un tiers de celui du tétraèdre A'B'C'D' au tétraèdre ABCD, et l'homologue du point A est le centre de gravité de la face B'C'D'.

» Si les deux tétraèdres sont confondus, la figure I est trois fois plus petite que la figure M, les deux figures sont homothétiques, et le centre d'homothétie n'est autre que le centre de gravité du tétraèdre. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un principe unique contenant toute la théorie des courbes et des surfaces d'ordre ou de classe quelconque.* Note de M. **P. Serret.** (Extrait.)

« J'ai établi ailleurs l'existence d'une identité caractéristique

(1) $$\lambda_1 P_1^n + \ldots + \lambda_N P_N^n \equiv 0 \quad \text{ou} \quad \Sigma_1^N \lambda_1 P_1^n \equiv 0,$$

entre les puissances n des distances à un plan *quelconque* de N points d'une

courbe, ou d'une surface algébrique d'ordre n, définie par $N - 1$ conditions. Toutefois, ni les éléments déterminants d'une courbe ou d'une surface, ni les éléments cherchés que l'on peut avoir à déduire de ceux-là, ne sont toujours des points, des tangentes, des plans tangents. Dans le cas spécial des lieux, plans ou solides du second degré, les données, aussi bien que les inconnues, sont le plus souvent des groupes binaires d'*éléments conjugués :* points conjugués, droites conjuguées, plans conjugués. Il résulte de cette observation que la relation identique

$$(2) \qquad \lambda_1 P_1^2 + \ldots + \lambda_{10} P_{10}^2 \equiv 0 \quad \text{ou} \quad \Sigma_1^{10} \lambda_1 P_1^2 \equiv 0,$$

qui a lieu entre dix plans tangents d'une même surface du second degré, peut être conçue comme un cas particulier d'une relation plus générale entre dix groupes de *plans conjugués*. Cette relation, d'ailleurs, s'obtient aisément. Et, si l'on appelle *puissance* d'un point par rapport à un groupe de plans (P_n, Q_n) le produit des distances de ce point aux plans de ce groupe, elle consiste dans l'existence d'une relation identique, linéaire et homogène,

$$(2') \qquad \Sigma_1^{10} \lambda_1 P_1 Q_1 \equiv 0,$$

entre les puissances d'un point quelconque de l'espace par rapport aux dix groupes de plans conjugués dont il s'agit.

» C'est au fond, comme je l'ai montré ailleurs, la relation (2') et sa corrélative qui composent l'instrument analytique le plus propre à la recherche des propriétés descriptives générales des surfaces du second ordre. J'aurai d'ailleurs à montrer, dans un prochain ouvrage, avec quelle facilité, presque extraordinaire, ce même instrument se prête et à l'étude des surfaces orthotomides du second degré, et à la construction de divers problèmes non encore abordés, tels que celui où l'on se propose de déterminer le centre, les plans principaux et les coniques focales d'une triple série d'orthotomides assujetties à huit conditions convenables.

» 2. Pour aborder de même l'étude générale des lieux, plans ou solides de tous les ordres ou de toutes les classes, il restait donc à substituer à l'équation trop particulière (1) une équation plus générale, qui fût à celle-ci ce que l'équation (2') est à l'équation (2); et si l'on désigne par $P_i Q_i R_i \ldots T_i$ un $i^{\text{ième}}$ groupe de n éléments de même espèce, l'analogie permet d'écrire *a priori*, pour l'équation cherchée,

$$(1') \qquad \Sigma_1^N \lambda_1 P_1 Q_1 R_1 \ldots T_1 \equiv 0,$$

avant même de savoir dans quelle dépendance précise devront se trouver

entre eux, et relativement à la courbe ou à la surface considérée, les n éléments P, Q, R, ..., T, c'est-à-dire les n points, les n droites, ou les n plans de chaque groupe. Or, dans le cas simple où $n = 2$, les deux éléments de chaque groupe binaire sont polairement conjugués relativement au lieu du second ordre que l'on considère. Il reste donc à introduire dans la théorie des lieux ou enveloppes géométriques de degré n la notion correspondante du *groupe conjugué* de n éléments de même espèce : points, tangentes ou plans tangents.

» Voici d'ailleurs en quoi consiste cette notion essentielle, dont on trouverait peut-être quelques traces dans les travaux antérieurs des géomètres sur cette riche matière, mais que je ne sache pas avoir été employée systématiquement par aucun d'eux, ni énoncée aucune part en termes explicites : on verra toutefois qu'elle en vaut la peine.

» 3. Prenant, pour fixer les idées, le cas d'une courbe plane d'ordre n, C_n, le *groupe de n points* $(\dot{1}, \dot{2}, \ldots, \dot{n})$ pourra être dit *conjugué* relativement à la courbe, lorsque :

Prenant la courbe polaire $P_{n-1,1}$ d'ordre $n-1$, du point $\dot{1}$ par rapport à la proposée C_n;
Puis la courbe polaire $P_{n-2,2}$ d'ordre $n-2$, du point $\dot{2}$ par rapport à $P_{n-1,1}$;
Ensuite la courbe polaire $P_{n-3,3}$ d'ordre $n-3$, du point $\dot{3}$ par rapport à $P_{n-2,2}$;
....;
Et enfin la ligne polaire $P_{1,n-1}$ d'ordre 1, du point $(n-1)$ par rapport à $P_{2,n-2}$:

cette dernière ligne, qui est une droite, passera par le $n^{\text{ième}}$ point n.

» 4. Les n points du groupe $(\dot{1}, \dot{2}, \ldots, \dot{n})$ entrent d'ailleurs d'une manière symétrique dans l'équation de condition exprimant que le groupe est conjugué à la courbe. Si l'on rapporte, en effet, celle-ci au polygone AB... L par l'équation

$$C_n \equiv aA^n + bB^n + \ldots + lL^n = 0,$$

on a d'abord, pour la première polaire du point $1(A_1, B_1, \ldots L_1)$,

$$P_{n-1,1} \equiv aA_1A^{n-1} + \ldots + lL_1L^{n-1} = 0;$$

puis, pour la courbe polaire du point $2(A_2, B_2 \ldots L_2)$, par rapport à $P_{n-1,1}$,

$$P_{n-2,2} \equiv aA_1A_2A^{n-2} + \ldots + lL_1L_2L^{n-2} = 0;$$

» De là, enfin, par la condition exprimant que le groupe $(1, 2, \ldots, n)$ est conjugué à la courbe C_n,

$$(c) \qquad aA_1A_2\ldots A_n + \ldots + lL_1L_2\ldots L_n = 0:$$

relation symétrique par rapport à tous les points du groupe, et qui exprime aussi que le groupe (2, 3, ..., n) est conjugué à $P_{n-1,1}$; le groupe (3, 4, ..., n) à $P_{n-2,2}$; etc.

» 5. Les n points, ou points-racines d'un groupe conjugué, peuvent être distincts, ou se confondre deux à deux, trois à trois.... Ils peuvent se réduire à deux, dont un point multiple d'entre $n-1$; ou même se confondre en un seul, et dans ce cas le point multiple d'ordre n est sur la courbe. Il convient d'ailleurs de remarquer que, dans la série ci-dessus des courbes polaires successives, une polaire quelconque $P_{n-i,i}$ ne change pas, quelle que soit l'inversion faite parmi les points 1, 2, 3, ..., i qui ont servi à la déterminer.

» 6. La définition du groupe conjugué à une surface d'ordre n est toute semblable; et, si nous nommons *puissance* d'un groupe de n points par rapport à un plan quelconque le produit Π des distances de ce plan aux n points du groupe, nous pouvons renfermer toute la théorie des courbes et des surfaces d'ordre n dans cet énoncé unique :

» *Si* $N-1$ *est le nombre des points dont la donnée détermine une courbe ou une surface d'ordre* N, *il existe une même relation identique, linéaire et homogène,*

$$(1'') \qquad \lambda_1 \Pi_1 + \lambda_2 \Pi_2 + \ldots + \lambda_N \Pi_N \equiv 0$$

entre les puissances, prises relativement à un plan quelconque, de N *groupes d'ordre n conjugués à la courbe ou à la surface.*

» 7. Le même énoncé s'applique aussi aux courbes et aux surfaces de classe n. Les éléments de chaque groupe conjugué changent seulement de nature : ce sont des droites ou des plans qui remplacent des points, et la puissance de chaque groupe doit être évaluée, non plus relativement à un plan quelconque, mais par rapport à un point indéterminé.

» Le théorème précédent a des conséquences infinies. Si l'Académie le permet, je pourrai en indiquer quelques-unes dans une Note ultérieure. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Villarceau; *remarques et conséquences* (1). Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« 4. On peut donner une autre forme assez curieuse au théorème de M. Villarceau. Soient ξ, η, ζ les coordonnées, ρ la distance à l'origine O d'un point *quelconque* Q pris sur la *droite polaire* de la trajectoire, au

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1280.

point M. Les équations du mouvement d'un point libre donnent

$$\xi \frac{d^2x}{dt^2} + \eta \frac{d^2y}{dt^2} + \zeta \frac{d^2z}{dt^2} = \xi X + \eta Y + \zeta Z = P\rho \cos \overline{P\rho};$$

mais l'une des équations de la droite polaire est celle-ci :

$$(\xi - x)d^2x + (\eta - y)d^2y + (\zeta - z)d^2z - ds^2 = 0,$$

qui, combinée avec la précédente et la relation $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$, donne

$$(4) \qquad \frac{d^2r^2}{dt^2} = 2P\rho \cos \overline{P\rho}.$$

» Parmi les conséquences de cette équation, j'indiquerai la suivante : *Lorsqu'un point libre décrit une courbe sphérique, ou, plus généralement, lorsque le carré de sa distance à un centre fixe varie proportionnellement au temps, la force motrice est, à chaque instant, normale au plan mené par le centre fixe et la droite polaire de la trajectoire.*

» 5. Rétablissons dans l'équation (1) la masse m du mobile et appliquons cette relation à tous les points d'un système matériel quelconque. En désignant par $G = \Sigma mr^2$ le *moment d'inertie polaire* du système par rapport à l'origine, par u la distance de deux masses m et m', par $mm'f(u)$ leur action réciproque, par S une somme qui s'étend à tous les couples de points pris deux à deux; enfin, réservant la lettre P pour les forces *extérieures* au système, on aura le théorème de M. Villarceau pour un système matériel [1],

$$(5) \qquad \Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + S\,mm'uf(u) - \Sigma Pr \cos \overline{Pr};$$

ou encore, en représentant par Π l'énergie potentielle du système, savoir

$$\Pi(u, u', \ldots) = S\,mm' \int f(u)\,du,$$

$$\Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + S\,u\frac{d\Pi}{du} - \Sigma Pr \cos \overline{Pr}.$$

Admettons que la fonction Π soit homogène de degré k en $u, u', \ldots$; qu'il existe une fonction ψ des forces extérieures, et qu'elle soit aussi homogène, de degré k', en $x, y, z, x', \ldots$; nous aurons

$$\Sigma mv^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} + k\Pi - k'\psi,$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 232; 1872.

et, en combinant cette égalité avec celle des forces vives, $\Sigma m v^2 = -2\Pi + 2\psi$;

(6) $$\frac{1}{2}\frac{d^2 G}{dt^2} = -(k+2)\Pi + (k'+2)\psi + \text{const.}$$

Par exemple, s'il n'y a pas de forces extérieures et que $k = -2$, on retrouve ce théorème de Jacobi : *Dans un système de points matériels qui s'attirent ou se repoussent en raison inverse du cube de la distance, le moment d'inertie polaire du système, par rapport à une origine fixe, est une fonction quadratique du temps* [1].

» 6. Dans les applications que M. Villarceau a faites de l'équation (5) à la théorie des gaz [2], ainsi que dans un travail remarquable de M. Sarrau sur la Thermodynamique [3], tant que la surface qui limite le milieu matériel ne change pas, on admet que le mouvement n'influe pas sur la densité, en sorte que $\Sigma m r^2$ reste constant, et l'on peut faire dans l'équation (5) $D_t^2 G = 0$. Cette hypothèse donne lieu aux remarques suivantes : 1° l'équation (1) ainsi simplifiée s'applique au commencement et à la fin d'une transformation thermique quelconque quand l'état *stationnaire* est établi; mais il n'est pas sûr que l'on puisse négliger le terme $D_t^2 G$ pendant la durée même de la transformation, car G est alors certainement une fonction de t. Il y a là, relativement à la définition de la température, une difficulté qui ne semble pas avoir attiré l'attention; 2° dans le cas d'un gaz, l'équation (5) conduit à un résultat curieux. A un instant quelconque, les molécules du gaz sont animées de mouvements rectilignes et uniformes, sauf celles qui sont en état de choc [4] actuel entre elles ou contre l'enveloppe. Soient m la masse d'une des premières; p la perpendiculaire OP abaissée de l'origine O sur la droite AB qu'elle décrit; x la distance du point P à la molécule m. La relation $r^2 = p^2 + x^2$ différentiée conduit à

$$\frac{d^2 r^2}{dt^2} = 2\left(\frac{dx^2}{dt^2} + x\frac{d^2 x}{dt^2}\right),$$

---

(1) *Vorlesungen über Dynamik*, p. 27 (Berlin, 1866).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 232 et 441.

(3) *Journal de M. d'Almeida*, 1872.

(4) Il faut entendre par cette expression de *choc*, non un contact de molécules entre elles ou avec l'enveloppe, mais un rapprochement tel que les actions mutuelles deviennent sensibles. Il nous semble extrêmement probable que toutes les molécules sont dans ce cas, et que les mouvements rectilignes et uniformes que considère M. Gilbert, et que l'on avait invoqués tout d'abord pour expliquer les pressions, n'existent réellement pas dans les masses gazeuses. (*Note de M.* Y. V.)

et, comme la vitesse v ou $\frac{dx}{dt}$ est constante, $\frac{d^2x}{dt^2}$ est nul. On a donc, pour le système des molécules à mouvement rectiligne,

$$\frac{1}{2}\frac{d^2G}{dt^2} = \Sigma mv^2;$$

en sorte que, si l'on ne considérait que celles-là, le terme $D_t^2 G$, loin d'être négligeable, serait double de la force vive de ces molécules. Mais puisque, pour la masse gazeuse tout entière, Σmr^2 peut être regardé comme constant, on en déduit que *la dérivée seconde par rapport au temps, du moment d'inertie polaire du système formé par les molécules gazeuses en état de choc actuel, est égale à deux fois la force vive totale des autres molécules, changée de signe.* »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes de dispersion, dans la réflexion métallique des rayons lumineux ou calorifiques polarisés.* Note de M. **Mouton**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 2 avril 1877, j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie une méthode au moyen de laquelle j'étendais aux radiations obscures du spectre la série des déterminations effectuées par M. Jamin sur les rayons lumineux, à savoir : 1° la mesure pour toutes les incidences du rapport $\frac{I}{J}$ des deux nombres par lesquels la réflexion multiplie les amplitudes des deux composantes principales du rayon polarisé incident; 2° la différence de phase $\frac{d-d'}{\lambda}$ qu'elle imprime à ces mêmes composantes.

» J'ai opéré sur trois longueurs d'onde que j'ai désignées par λ_1, λ_2, λ_3 et que je puis aujourd'hui définir par la rotation qu'imprime à leur plan de polarisation une plaque connue de quartz perpendiculaire. Une plaque de quartz droit, qui fait tourner de 100 degrés le plan de polarisation de la lumière de sodium, fait éprouver au plan de polarisation de λ_1 une rotation de 32 degrés; cette rotation est de 16 degrés pour λ_2 et de 10 degrés pour λ_3. En prenant la loi de Biot, au moins comme première approximation, on obtiendrait

$$\lambda_1 = 0^{mm},0010, \quad \lambda_2 = 0^{mm},0014 \quad \text{et} \quad \lambda_3 = 0^{mm},0018.$$

» J'ai étudié jusqu'à présent la réflexion sur l'acier poli, le métal des miroirs et un miroir de verre platiné.

» Les résultats généraux ont toujours été les mêmes que pour la lumière, à savoir :

» 1° Les différences de phase, nulles à l'incidence normale, atteignent la valeur $\frac{1}{2}$ à l'incidente rasante.

» 2° La valeur du rapport $\frac{I}{J}$, partant de 1 à l'incidence normale, va en diminuant, passe par un minimum, puis tend de nouveau vers l'unité.

» 3° La valeur minimum du rapport $\frac{I}{J}$ correspond toujours à l'incidence, pour laquelle la différence de phase est de 0,25 ou, comme on dit, la différence de marche, un quart d'onde.

» Mais ce qui ressort surtout de ces études, c'est l'influence continue et puissante de la longueur d'onde sur les phénomènes.

» Je vais mettre en regard dans le tableau suivant, pour l'acier, les valeurs successives des différences de phase relatives à la longueur d'onde du thallium (0^{mm},000534), du sodium (0^{mm},0005888) (Mascart), et celles qui correspondent aux longueurs d'onde λ_1, λ_2, λ_3 (¹).

Incidences.	Thallium 0,000534.	Sodium 0,000588.	λ_1 0,0010.	λ_2 0,0014.	λ_3 0,0018.
40°........	0,040	0,030	0,00	0,00	0,00
45........	0,060	0,045	0,00	0,00	0,00
50........	0,080	0,065	0,02	0,00	0,00
55........	0,100	0,085	0,03	0,01	0,00
60........	0,115	0,105	0,05	0,03	0,01
65........	0,155	0,145	0,09	0,06	»
70........	0,200	0,185	0,15	0,10	»
75........	0,250	0,240	0,19	0,15	0,12
76........	»	0,250	»	»	»
79........	»	»	0,25	»	»
80........	0,320	0,310	0,26	0,20	0,18
82........	»	»	0,31	0,25	0,22
83½.......	»	»	»	«	0,25

(¹) Les résultats relatifs au sodium résultent d'expériences nombreuses et concordantes faites journellement par les élèves du Laboratoire, au moyen de l'appareil et du compensateur de M. Jamin, construit par M. Duboscq. Pour ceux qui se rapportent au thallium, la source lumineuse était un brûleur Laurent, dans la capsule duquel on plaçait des grains d'alun de thallium. Une cuve remplie d'une dissolution de chlorure de cuivre arrêtait la raie jaunâtre du thallium, et surtout les raies du sodium, qu'on éviterait difficilement dans un laboratoire occupé comme le nôtre. Je remercie spécialement, à ce propos, un élève, M. Curie, qui remplit aujourd'hui les fonctions de préparateur.

» On voit par ce tableau qu'à une incidence de 40 degrés la différence de phase $\frac{d-d'}{\lambda}$ est déjà 0,040 pour la lumière du thallium, 0,030 seulement pour le sodium, et insensible pour les radiations obscures. A 50 degrés, tandis qu'on a 0,080 pour le vert, 0,065 pour le jaune, on commence à avoir 0,02 pour λ_1 et rien encore pour les deux autres radiations obscures. La différence de phase ne commence à être appréciable qu'à 55 degrés pour λ_2, à 60 degrés pour λ_3. Aussi, tout en se tenant inférieures, les différences de phase relatives aux plus grandes longueurs d'onde croissent-elles avec l'incidence, d'une façon d'autant plus rapide que ces longueurs d'onde sont plus grandes.

» Si, comme je l'ai déjà fait remarquer dans la Note précédemment citée, on considère en particulier le point où la différence de phase est 0,25, ou, autrement dit, où la différence de marche est $\frac{\lambda}{4}$, point où une seule réflexion peut, avec une polarisation incidente convenable, produire la polarisation circulaire, on le trouve à 75 degrés pour le vert, à 76 degrés pour le jaune, à 79 degrés pour λ_1, 82 degrés pour λ_2, $83\frac{1}{2}$ degrés pour λ_3.

» Des faits analogues se constatent dans les deux autres miroirs que j'ai étudiés.

» Ainsi, pour ces corps, plus la longueur d'onde est grande, plus long est l'intervalle pendant lequel ils se comportent comme le fait le verre pour la lumière, c'est-à-dire se bornant à imprimer une certaine rotation au plan de polarisation primitif; et plus court, conséquemment, est celui dans lequel la polarisation rectiligne primitive du rayon incident est changée, par le fait de la réflexion, en polarisation elliptique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide éthyloxybutyrique normal et ses dérivés.* Note de M. É. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« En traitant le bromobutyrate d'éthyle normal par l'éthylate de sodium en solution alcoolique, dans les mêmes conditions qui avaient fourni à M. Wurtz l'éthyllactate d'éthyle, on obtient, après avoir chassé l'alcool et agité avec de l'eau, un liquide insoluble dans l'eau qui, après dessiccation et rectification, distille entre 168 degrés et 174 degrés. Cet éther est insoluble dans l'eau, plus léger que ce liquide, il possède une odeur agréable et se dissout en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Soumis à l'analyse, ce corps répond à la composition de l'éthyloxybutyrate

d'éthyle, dont la formule est

$$CH^3 - CH^2 - CH . OC^2H^5 - CO . OC^2H^5.$$

» L'éthyloxybutyrate d'éthyle se saponifie très-facilement lorsqu'on le traite par une solution concentrée de potasse additionnée de son volume d'alcool. Le produit de la saponification, débarrassé d'alcool par évaporation, neutralisé exactement par de l'acide sulfurique faible, évaporé ensuite à siccité, puis repris par l'alcool fort, qui en sépare le sulfate de potasse, fournit un sel très-soluble dans l'eau et l'alcool, très-déliquescent, qui, soumis à l'analyse, offre la composition de l'éthyloxybutyrate de potasse

$$CH^3 - CH^2 - CH . OC^2H^5 - COOK.$$

» En traitant ce sel par une solution de sulfate de zinc, évaporant et reprenant par l'alcool, on obtient finalement l'éthyloxybutyrate de zinc sous la forme d'une masse solide incristallisable, ayant l'aspect de la résine, assez soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et assez soluble dans l'éther.

» L'éthyloxybutyrate de zinc, traité par l'hydrogène sulfuré, fournit, après filtration et évaporation, à une douce chaleur, un acide soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther, ayant une consistance un peu huileuse, une odeur faible et une saveur légèrement acide. Il offre exactement la composition de l'acide éthyloxybutyrique :

$$CH^3 - CH^2 - CH . OC^2H^5 - COOH.$$

» Cet acide, traité par la baryte, donne l'éthyloxybutyrate de baryte, sel incristallisable, soluble dans l'eau et l'alcool.

» J'ai obtenu les éthyloxybutyrates, les uns à l'aide de l'acide et des carbonates, les autres par double décomposition avec l'éthyloxybutyrate de baryte et les sulfates ; ils sont très-solubles dans l'eau et l'alcool.

» L'éthyloxybutyrate d'argent cristallise dans le vide en mamelons ; on ne l'obtient cristallisé que dans le vide, car sa solution ne peut être évaporée sans subir une forte décomposition, même au bain-marie ; on l'obtient à l'aide du nitrate d'argent et du sel de potasse. Il noircit rapidement à la lumière.

» En traitant, dans les mêmes conditions, le bromovalérianate d'éthyle par l'éthylate de sodium, on obtient l'éthyloxyvalérate d'éthyle, ainsi que l'acide éthyloxyvalérique et les principaux éthyloxyvalérates. Ils sont solubles dans l'eau, mais surtout dans l'alcool. L'éthyloxyvalérate de zinc

constitue une masse résineuse très-peu soluble, même dans l'eau bouillante, dans laquelle il fond en un liquide visqueux qui se solidifie par refroidissement. Ce sel est soluble dans l'éther.

» J'ai obtenu aussi les acides thiooxybutyrique et thiooxyvalérique, en ajoutant à une solution aqueuse et concentrée de sulfhydrate de potassium (2 molécules) les acides bromobutyrique et bromovalérique (1 molécule), séparant le bromure de potassium formé, et, traitant par une quantité convenable d'acide sulfurique faible, les acides sulfurés mis en liberté forment une couche huileuse qu'on enlève par l'éther; l'éther est distillé, et le résidu évaporé à plusieurs reprises avec de l'eau, pour chasser les acides butyrique et valérique.

» Ces deux acides sulfurés ont une odeur repoussante. L'acide thiooxybutyrique est soluble dans toutes ses proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther; il forme une masse ayant la consistance de la mélasse.

» L'acide thiooxyvalérique est peu soluble, même dans l'eau chaude. A chaud, il forme un liquide visqueux prenant, par le refroidissement, une consistance presque solide. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

» Les thiooxybutyrates et les thiooxyvalérates ont les plus grandes ressemblances; les sels des métaux alcalins sont très-solubles dans l'eau et l'alcool, ceux des métaux terreux sont beaucoup moins solubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool; les sels des autres métaux sont insolubles.

» Ces deux acides sulfurés, ainsi que leurs sels, ont les plus grandes ressemblances avec l'acide thioglycolique et les thioglycolates étudiés récemment par M. Claesson [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la fermentation alcoolique intracellulaire des végétaux.* Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une série de Notes intéressantes [2], MM. Lechartier et Bellamy ont montré que des fruits, des racines et des feuilles, soustraits à l'action de l'oxygène, devenaient le siége d'une fermentation alcoolique caracté-

(1) Je poursuis ces recherches au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille. Prochainement, je l'espère, j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie, avec plus de détails, des acides éthyloxyvalérique, thiooxybutyrique et thiooxyvalérique et leurs dérivés, dont je ne fais qu'indiquer aujourd'hui les principaux caractères.

(2) *Comptes rendus.*

risée par un dégagement d'acide carbonique accompagné de production d'alcool, sans que l'on pût constater dans leurs tissus l'apparition de levûre alcoolique.

» On pouvait voir dans ces résultats curieux la confirmation des prévisions exprimées par M. Pasteur, dès 1861, dans le *Bulletin de la Société chimique*. M. Pasteur avait déduit de certaines vues sur les causes de la fermentation que, si des plantes pouvaient continuer de vivre à l'abri de l'air, dans une atmosphère de gaz acide carbonique, elles deviendraient alors des ferments pour le sucre, qu'elles se comporteraient comme la levûre de bière. MM. Lechartier et Bellamy, à la suite de nouvelles recherches, admettent aujourd'hui cette manière de voir, que M. Pasteur avait d'ailleurs appuyée en répétant les expériences de MM. Lechartier et Bellamy et leur donnant une durée très-courte.

» Toutefois cette interprétation donnée aux expériences de MM. Lechartier et Bellamy souleva des contradictions, et M. Fremy (¹) crut devoir attribuer le phénomène observé à de la levûre de bière formée dans les tissus, faisant ainsi rentrer ce phénomène dans le cas d'une fermentation alcoolique normale.

» De nouvelles recherches m'ont paru nécessaires pour lever tous les doutes; elles forment l'objet de ce travail. Mais je me suis attaché à opérer dans des conditions différentes de celles où s'étaient placés les expérimentateurs qui m'avaient précédé.

» En m'appuyant sur certaines expériences de de Saussure (²) et de M. Boussingault (³) sur les effets du gaz acide carbonique dans la végétation, j'ai cru devoir rejeter l'emploi de ce gaz et lui préférer l'azote, comme gaz plus inerte; mais la principale innovation de mes essais consiste à ne pas opérer, comme on l'avait fait avant moi, sur des parties détachées d'une plante, fruit, racines, feuilles. Ces organes n'étaient pas dans les conditions normales de la vie. J'ai agi sur le végétal entier en pleine végétation, non arraché du sol dans lequel il s'était développé et encore apte, l'expérience étant terminée, à reprendre ses fonctions ordinaires au contact de l'oxygène atmosphérique.

» Le végétal était placé sous une cloche de grande dimension, dans laquelle on absorbait l'oxygène au moyen de l'acide pyrogallique addi-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 180.
(²) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 31.
(³) *Agronomie*, t. IV, p. 329.

tionné de potasse. L'azote ainsi produit contient, suivant M. Cloëz ([1]), de petites quantités d'oxyde de carbone. Ce fait s'est produit dans ces expériences, et l'on en a dosé $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$ par litre d'azote obtenu. Mais comme ce gaz, si délétère pour les organismes animaux, se comporte comme un gaz inerte vis-à-vis des végétaux, on a cru n'avoir pas à se préoccuper de sa présence à l'état de traces. L'expérience a confirmé, du reste, que son rôle avait été nul.

» Chaque expérience portait sur trois individus semblables : l'un était conservé dans l'air et servait à l'essai à blanc; les deux autres restaient dans l'azote pendant un temps variant de douze à quarante-huit heures. Au bout de ce temps, on recherchait l'alcool dans l'un d'eux, l'autre était replacé à l'air et servait à constater qu'il n'y avait pas eu cessation de vie par la privation momentanée d'oxygène. Pour établir que l'effet cherché s'était produit, on se bornait à constater la présence de l'alcool dans les tissus au moyen d'une réaction connue.

» On sait que l'alcool produit de l'iodoforme lorsqu'on le met en contact avec de l'iode et un alcali à une température peu élevée. M. Lieben ([2]) avait déjà employé cette réaction pour reconnaître la présence de petites quantités d'alcool ([3]). Je montrerai ailleurs qu'en s'aidant de la distillation fractionnée et de la constatation, au microscope, de la présence de l'iodoforme, on peut donner à cette méthode de recherche un degré de sensibilité égal à celui des réactions les plus sensibles de la Chimie minérale.

» On n'a pas cru devoir rechercher la présence, dans les tissus, d'organismes microscopiques étrangers, qui auraient pu produire de l'alcool en l'absence d'oxygène. Comment, en effet, des organismes pareils eussent-ils pu manifester leur action au bout de quelques heures? Comment la plante eût-elle pu, après l'observation, conserver toute sa vitalité et continuer à se développer si elle avait été envahie par des mycodermes?

» Les expériences ont porté sur des rameaux de vignes munis de feuilles, sur des plants de betteraves à divers degrés de développement, dont on examinait séparément les feuilles et les racines, sur des plants de maïs, de choux, de chicorée, de pourpier, d'orties, etc., tous dans un état de santé parfait.

» Les résultats ont été identiques dans toute la série des expériences.

([1]) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 875.

([2]) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. VII, 1870.

([3]) Dans quelques cas on a isolé l'alcool, dont on a pu reproduire les réactions essentielles.

» 1° Les plants témoins conservés à l'air n'ont donné aucune trace d'alcool.

» 2° Les plants placés dans l'azote donnaient des quantités d'alcool très-appréciables, atteignant, dépassant quelquefois un millième du poids de la plante.

» 3° Les plants témoins qui avaient été placés dans l'azote ont continué à vivre et à se développer.

» Les faits observés apportent donc une nouvelle confirmation aux idées qui ont été émises par M. Pasteur; ils montrent que, chez les végétaux supérieurs, la *cellule vivante* est apte, en l'absence de l'oxygène, à fonctionner comme les cellules des Champignons, en produisant une véritable fermentation alcoolique [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures.* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« I. M. A. Béchamp a annoncé en 1858 [2] que les moisissures ont la propriété de transformer le sucre de canne en sucre interverti, à la façon du ferment inversif que sécrète la levûre de bière. Il résulte de mes observations que toutes les moisissures n'agissent pas ainsi. Le *Penicillium glaucum*, le *Sterigmatocystis nigra* (*Aspergillus niger*) intervertissent rapidement les dissolutions sucrées; mais, au contraire, plusieurs mucorinées, telles que le *Mucor mucedo*, le *Mucor circinelloïdes*, le *Mucor spinosus*, le *Rhizopus nigricans*, les laissent parfaitement intactes.

» L'expérience ne réussit que si les moisissures sont pures; des traces de *Penicillium*, au contraire, changent le résultat. Aussi il importe d'éviter les poussières de l'air et celles qui sont déposées dans les liquides ou sur les parois des vases, car on sait que le *Penicillium* est une des moisissures le plus communes et que ses spores germent avec facilité dans une foule de milieux.

» Les petites plantes unicellulaires, que M. Pasteur a désignées sous le nom de *Torulas*, ont aussi la faculté de créer un ferment inversif; comme elles se développent souvent dans les liquides exposés à l'air ordinaire, on

---

(1) Ces recherches ont été faites à l'Institut agronomique, dans les laboratoires placés sous la direction de M. Boussingault.

(2) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 44.

doit craindre que leur présence ne trouble également l'action des autres moisissures; pour cette raison encore, il faut commencer par obtenir celles-ci à l'état de pureté.

» La présence de certaines bactéries ne gêne pas l'action propre des moisissures.

» II. On connaît, depuis les recherches de M. Bail et de M. Pasteur, plusieurs moisissures qui, dans certaines conditions particulières, agissent comme la levûre de bière sur les moûts sucrés et qui provoquent, à des degrés divers, la fermentation alcoolique de ces moûts. Leur nombre est sans doute considérable; il faut y comprendre deux moisissures que j'ai pu cultiver à l'état de pureté : le *Mucor spinosus* et le *Mucor circinelloïdes*. Leur action sur le moût de bière ne diffère que par l'intensité; la première donne 1,5 à 2 pour 100 d'alcool, tandis que la seconde en fournit jusqu'à 5,5 pour 100.

» Lorsque ces moisissures sont obligées de vivre sans oxygène libre dans des moûts de bière ou dans des moûts de raisin, leur mycélium se cloisonne et donne naissance à de véritables cellules de ferment; celles-ci se reproduisent sous la même forme, tant qu'on les maintient dans ces conditions, mais elles reforment le mycélium normal, dès qu'on les replace dans des liquides très-aérés. Les cellules-ferment du *Mucor circinelloïdes*, toutes sphériques, sont particulièrement remarquables par l'activité du bourgeonnement et la multiplicité des jeunes cellules, qui sortent d'une même cellule mère.

» Dans des dissolutions de glucose ou de lévulose, la fermentation alcoolique s'établit comme avec le moût de bière; au contraire, dans des dissolutions de sucre de canne, la fermentation est nulle. Cela s'explique par l'absence d'interversion du sucre; les deux mucors dont il s'agit sont en effet rangés plus haut dans la classe des moisissures qui n'agissent pas sur le sucre de canne; mais, si l'on y ajoute, par exemple, du ferment inversif, ou si l'on sème des cellules de torulas, on constate que le sucre est décomposé dès qu'il est transformé, et que la fermentation alcoolique se produit avec ses caractères ordinaires.

» Ce résultat démontre que le sucre de canne n'est pas directement fermentescible. On admet d'ordinaire cette proposition, en s'appuyant sur ce que le sucre, mis avec de la levûre de bière, est interverti avant de fermenter; mais ce fait constate seulement la succession des deux phénomènes, sans prouver qu'elle soit nécessaire. Le fait du mucor en constitue, au contraire, une preuve certaine et directe.

» Les produits de la fermentation alcoolique du sucre interverti avec le *circinelloïdes* pur ne diffèrent pas par leur nature des produits que donne la levûre de bière pure dans les mêmes conditions. Il n'y a de différence que dans les proportions de ces produits, et encore ces différences sont-elles faibles ; elles sont de même grandeur que celles que l'on peut observer avec deux variétés de levûre alcoolique proprement dite. »

FERMENTATIONS. — *Quelques remarques sur l'origine des levûres alcooliques;* par M. A. TRÉCUL.

« M. Pasteur vient de nous faire, au nom de M. Gayon, une Communication qui est fort intéressante à un double point de vue : 1° elle prouve qu'un mycélium de *Mucor* peut se transformer en une levûre véritable; 2° elle paraît déterminer avec précision les conditions de la fermentation.

» M. Pasteur nous dit que c'est un spectacle charmant que la végétation de ces cellules mycéliennes qui, d'allongées qu'elles étaient au début, donnent lieu, en se segmentant, à de belles cellules de levûre souvent aussi larges que longues.

» Cela est vrai de tout point. Cette végétation des jeunes cellules mycéliennes de *Mucor* et leur division en cellules souvent parfaitement globuleuses ~~et bourgeonnant de divers points de leur surface~~ est réellement fort curieuse; mais ce phénomène a déjà été décrit plusieurs fois par différents observateurs. Il fut découvert par M. Bail, qui l'a publié dans plusieurs Recueils. Je l'ai moi-même retracé en détail devant l'Académie en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 365 et suiv.). J'ai obtenu cette levûre du *Mucor racemosus*.

» M. Bail, qui la nommait *levûre à grandes cellules*, croyait qu'elle était susceptible de se transformer en *levûre à petites cellules*, c'est-à-dire en levûre de bière. En effet, dans des séries de nombreuses fermentations, dont le point de départ avait été de la levûre de *Mucor*, il a vu la levûre à grandes cellules diminuant graduellement, tandis que la proportion de la levûre à petites cellules augmentait sans cesse. Il croyait à une transformation de la levûre de *Mucor* en levûre de bière. Ayant renouvelé les expériences de M. Bail, j'ai reconnu qu'il n'y avait pas transformation de la levûre de *Mucor*, mais seulement mélange, addition par hétérogénèse, puis par bourgeonnement de la levûre de bière à la première.

» Après que j'eus rappelé ces résultats, M. Pasteur, reprenant la parole, affirma qu'en ce qui concerne les observations de M. Bail je n'ai fait que

démontrer, sans beaucoup de peine, ce qu'il avait prouvé lui-même en 1861. Notre confrère commet là une étrange méprise; puisque j'admettais l'existence d'une levûre de *Mucor*, ainsi que celle d'une levûre de *Penicillium*, et que M. Pasteur en niait la possibilité. Pour n'avoir pas à revenir sur cette question, qu'il me soit permis de signaler ici ce que contient la Note communiquée à la Société philomathique par M. Pasteur, dans la séance du 30 mars 1861 (*Bull.*, p. 47 et 48). Il n'est nullement question de la levûre de *Mucor* dans cette Note, ni par conséquent du mélange de cette levûre avec la levûre de bière. M. Pasteur se borne à nier la parenté de la levûre de bière avec le *Penicillium glaucum*, admise par Turpin, Bail, Berkeley, Hofmann, etc., et les opinions de M. Pouchet. Il termine en disant :

« Je me suis préoccupé depuis longtemps de cette importante question qui touche de si près à la nature intime de la levûre de bière, et à ces phénomènes de polymorphie des végétaux inférieurs auxquels se rattachent la plupart des travaux remarquables de M. Tulasne. Mais je suis arrivé à des résultats tout à fait négatifs : je veux dire qu'il m'a été impossible de voir la levûre de bière se transformer en une Mucédinée quelconque, et réciproquement je n'ai pu arriver à faire produire aux Mucédinées vulgaires la plus petite quantité de levûre de bière. »

» C'est en effet là l'opinion que M. Pasteur a constamment soutenue depuis cette époque. Et pourtant, aujourd'hui, en présentant le travail de M. Gayon, il apporte la preuve de ce qu'il a nié jusqu'ici, c'est-à-dire la transformation de cellules mycéliennes d'un *Mucor* en levûre alcoolique. Malgré ce résultat précis, qui prouve qu'une moisissure peut se transformer en une levûre proprement dite, M. Pasteur n'en persiste pas moins à nier résolûment que la levûre de bière puisse devenir *Penicillium*, et que celui-ci puisse donner de la levûre de bière.

» Quand je fais observer à M. Pasteur qu'il n'est pas logique de refuser au *Penicillium* ce que l'on est forcé de reconnaître au *Mucor*, il me répond tout simplement : je pense ainsi parce qu'une telle transformation du *Penicillium* n'a pas lieu.

» Ce n'est là qu'un préjugé; car, ainsi que je l'ai souvent annoncé, avec les observateurs désignés plus haut et d'autres encore, on peut, je le répète, passer de la levûre de bière au *Penicillium*, et retourner du *Penicillium* à la levûre de bière, absolument comme on le fait avec le *Mucor* et sa levûre; seulement, pour le *Penicillium*, ce sont de jeunes conidies qu'il faut semer. Turpin, le premier, a vu la levûre de bière produire le *Penicillium*; M. Bail, le premier, a vu les conidies bourgeonner et annonça qu'elles déterminent alors la fermentation.

» Quoique ce dernier résultat ne soit pas encore généralement accepté, toujours est-il que la barrière élevée, dans le laboratoire de M. Pasteur, entre les levûres et les moisissures, est aujourd'hui renversée, et c'est M. Pasteur qui nous fait part de cet événement : je l'en félicite cordialement. »

Réponse verbale de M. **Pasteur** *à* M. Trécul.

« J'ai le regret de dire que toutes les assertions que notre confrère vient d'émettre sont inexactes :

» 1° La Note de M. Gayon n'est pas relative à la levûre de *Mucor* observée pour la première fois par Bail, non en 1860 comme vient de le dire M. Trécul, mais en 1856. M. Gayon s'occupe d'un exemple tout nouveau d'une levûre analogue que lui ont fournie des *Mucor* nouvellement décrits par M. Van Tieghem, notamment le *Mucor circinelloides*.

» 2° M. Trécul pense qu'il a, le premier, fait observer que la levûre de Bail ne se transforme pas en levûre de bière, comme ce botaniste le pensait. Cette rectification, je l'avais faite dès le mois de mars 1861 devant la Société philomathique. M. Trécul trouvera l'extrait textuel du *Bulletin* de cette Société, relatif à ma Communication, dans mes *Etudes sur la bière* (Paris, 1876), p. 126.

» 3° M. Trécul affirme de nouveau que le *Penicillium glaucum*, ainsi qu'Hofmann et d'autres l'admettaient, se transforme en une levûre de bière de petite dimension. J'ai combattu cette assertion dès 1861 et plus récemment devant l'Académie. M. Trécul pourra lire la réfutation expérimentale que j'en ai donnée, très-détaillée, dans mes *Etudes sur la bière*, notamment au Chap. IV, p. 86 et suiv., et Chap. VI, p. 321 et suiv. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Gorille provenant du Congo.* Note de MM. **Alix** et **Bouvier**.

« MM. le D[r] Lucan et Petit nous ont récemment adressé de Landana (Congo), provenant de leur chasse sur les rives du Kouilo, près du village du roi Mayêma, le squelette et la peau d'une femelle très-adulte de Gorille, qui nous a présenté un intérêt particulier, par sa nature même, et aussi parce qu'elle vient confirmer la récente découverte de cet anthropoïde dans cette région.

» Quoique Battell ait signalé au Congo, il y a deux cents ans environ, la

présence de grands singes dont la description semble se rapporter au Gorille, et qu'en 1851 le Dr Ford ait affirmé qu'on rencontre cet animal depuis la rivière Cameron jusqu'à Angola, cependant Geoffroy Saint-Hilaire restait, en 1858, dans une prudente réserve, et ne regardait leur existence comme démontrée que sur les côtes du Gabon et sur les bords de la rivière Moundah ou Danger.

» En effet, lorsqu'en 1851 Richard Owen décrivait un crâne provenant de cette dernière rivière, tous les autres exemplaires connus n'avaient encore été pris que dans les forêts situées sur la rive gauche du Gabon; mais, à partir de cette époque, Du Chaillu, et tout récemment MM. Marche et le regretté marquis de Compiègne, dans leur intéressante exploration de l'Ogooué, reculèrent plus dans le Sud l'habitat de ce grand singe, et nous firent connaître sa présence, non-seulement au Gabon, mais aussi sur les deux rives de l'Ogooué, et jusqu'au Fernand-Vaz, où ils en capturèrent plusieurs.

» Cette année-ci, enfin, on le signala plus au Sud encore, car le Dr Falkenstein, chef de l'expédition allemande du Congo, rapporta vivant en Europe, il y a quelques mois, un jeune de cette espèce qu'il avait acheté dans la région du Kouilo (4° 35′ de lat. sud); et l'un de nous, il y a quelques jours, présentait à la Société zoologique de France la dépouille d'une jeune femelle qu'il venait de recevoir des mêmes localités.

» Alors nous ne pensions pas encore à séparer cette espèce du type; son jeune âge du reste ne pouvait que nous fournir des caractères insuffisants pour une séparation spécifique. Il n'en est pas de même aujourd'hui pour l'exemplaire adulte qui fait le sujet de cette Communication.

» Cette femelle, déjà âgée, est en effet remarquable par une taille moindre que celle du *Gorilla gina*, et une tête proportionnellement plus petite encore; elle en diffère aussi par de nombreux caractères, que nous nous proposons d'exposer en détail dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*, et qui consistent principalement dans la profondeur des fosses temporales; dans l'étroitesse du crâne, en arrière des arcades orbitaires; dans l'étroitesse de l'espace interorbitaire, et dans une plus grande saillie de la carène qui s'élève au milieu de cet espace; dans les dimensions relativement plus grandes des orbites; dans la longueur et l'aplatissement des arcades zygomatiques, et aussi dans une diminution très-notable de la hauteur des apophyses épineuses des premières vertèbres cervicales.

» Son pelage, gris et brun sur le corps, noir sur les membres, avec des

parties rousses sur la tête et le pubis, ne diffère point essentiellement de celui que plusieurs auteurs ont assez vaguement décrit, si ce n'est par une séparation très-tranchée sur les flancs, entre le brun du ventre et le gris du dos, et par la teinte rousse des régions pubiennes; mais il offre cette particularité remarquable, que le dos est garni de poils longs et épais, à l'inverse de ce que l'on voit chez les autres Gorilles où la peau de cette région est dénudée ou simplement couverte de poils courts et usés.

» On peut donc en conclure que notre sujet ne se repose pas comme le *Gorilla gina*, c'est-à-dire appuyé contre le dos; mais que, à l'exemple des Chimpanzés, il a des habitudes beaucoup plus arboricoles, ce qui est aussi plus en rapport avec la réduction de sa taille.

» Toutes ces différences nous autorisent à considérer notre sujet comme appartenant à une espèce particulière, que nous désignons sous le nom de *Gorilla mayema*, du nom du nègre chef du village près duquel il a été tué. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la formation de la fibrine du sang, étudiée au microscope.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« Les éléments que nous avons décrits sous le nom d'*hématoblastes* sont reconnaissables sur le vivant; on peut les voir circuler dans les vais~~seaux de la grenouille, où ils sont mélangés avec~~ les autres éléments du sang, et disséminés irrégulièrement (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1er décembre 1877).

» Dès qu'ils sont sortis des vaisseaux, ils subissent, avons-nous dit, de profondes altérations. Ces altérations, dont nous avons donné la description à la Société de biologie (séance du 24 novembre 1877), sont déjà assez avancées au moment où a lieu la coagulation du sang.

» En faisant passer à travers une préparation de sang de grenouille coagulé un courant de sérum iodé, on voit que les hématies, disposées en rosaces autour des amas d'hématoblastes, sont fixées dans cette situation par des filaments fins partant du centre des rosaces (1). Cette sorte de lavage entraîne un certain nombre d'éléments, et il devient facile de constater que les hématoblastes se sont transformés en corpuscules irréguliers, anguleux, étoilés, et que, de la surface de ces éléments et de leurs prolongements, partent des fibrilles extrêmement fines et délicates, qui se divisent et s'en-

---

(1) M. Ranvier a déjà décrit cet arrangement des globules rouges en rosaces (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1873, et *Technique histologique*, fasc. 2).

trecroisent en formant un réseau dont les derniers filaments, extrêmement ténus, ne se voient bien que lorsqu'ils ont été colorés par l'iode.

» Les fibrilles principales et les plus épaisses relient entre eux les hématoblastes qui occupent le centre des rosaces; la plupart des autres rattachent les hématies autour de ce même centre, à l'aide de fibrilles qui les déforment de diverses manières. Les hématoblastes, d'où émane le réseau de fibrilles, sont faciles à reconnaître, malgré les altérations qu'ils ont subies; on en distingue souvent encore le noyau unique et volumineux.

» On observe une série de faits analogues chez les animaux supérieurs. Le sang de l'homme est particulièrement favorable à cette étude, à cause de l'étendue relativement considérable des espaces que laissent entre elles les piles de globules rouges.

» De même que les hématoblastes du sang des ovipares, ceux de l'homme et des vertébrés supérieurs éprouvent des modifications rapides qu'il est impossible de décrire ici en détail. Quelques minutes après que la préparation vient d'être faite, ces éléments sont déjà très-altérés, et on les aperçoit, dans les intervalles régnant entre les piles d'hématies, sous la forme de très-petits corpuscules, le plus souvent épineux, isolés, ou groupés de façon à constituer de petits chapelets, puis de petits amas irréguliers, anguleux, dont les éléments constituants deviennent de plus en plus confus. Ces petits corpuscules et ces amas sont, en général, plus réfringents que les hématoblastes qui les ont formés, et souvent ils possèdent encore une légère coloration jaune verdâtre. La surface de ces petits éléments est hérissée de prolongements fins et nombreux qui bientôt deviennent le point de départ d'un réseau de filaments traversant toute la préparation.

» Au début de la coagulation du sang, ce réseau est à peine distinct, puis il se dessine peu à peu, par suite de l'épaississement progressif des fibrilles qui le constituent.

» Quand on étend le sang, pris sur le vivant, avec une quantité de sérum iodé suffisante pour empêcher la coagulation, les hématoblastes restent presque tous isolés, et sont fixés dans leur forme normale; mais, au bout d'un certain nombre d'heures, ils présentent de petits prolongements courts, parfois divisés, qui paraissent émanés de leur propre substance.

» Lorsque la quantité de sérum iodé utilisé retarde la coagulation sans l'empêcher, les hématoblastes s'altèrent plus lentement que dans le sang pur, et il est plus facile d'en suivre les modifications et d'en voir partir le réseau de fibrine.

» Dans le sang défibriné on ne trouve plus ni les hématoblastes, ni les corpuscules et les amas formés par ces éléments altérés ; il en est de même dans le sang recueilli sur le cadavre après la coagulation *post mortem*.

» L'ensemble de ces faits, qu'il nous est impossible de décrire ici plus longuement, montre que le phénomène de la coagulation du sang paraît avoir pour origine les actes physico-chimiques qui accompagnent la décomposition d'un des éléments figurés du sang, décomposition qui commence instantanément dès que cet élément ne se trouve plus dans les conditions nécessaires à l'entretien de sa vitalité.

» Les hématoblastes, bien qu'ils soient destinés à devenir des globules rouges adultes, possèdent donc des propriétés particulières et, à ce point de vue, on peut les considérer, en quelque sorte, comme une troisième espèce d'éléments figurés du sang.

» Ces éléments agissent-ils en s'altérant, comme cause déterminante de la coagulation? Sans pouvoir encore l'affirmer, il est permis de le supposer à titre d'hypothèse très-vraisemblable. En tout cas, on peut faire intervenir trois facteurs dans l'acte de la coagulation : 1° une substance qui sort par exosmose des hématoblastes, et qui représente peut-être la paraglobuline; 2° les corpuscules isolés ou groupés, formés par les hématoblastes en voie d'altération cadavérique, et qui fournissent un point de dé-[redacted] au réseau de fibrilles. On peut admettre, en effet, que ce réseau pourrait se former sans l'intermédiaire de ces débris anguleux d'éléments; 3° une substance primitivement dissoute dans le plasma et qui, soit après s'être modifiée simplement en présence de la matière exsudée par les hématoblastes, soit après s'être combinée avec cette substance, fournit, en se précipitant la presque totalité du réseau fibrillaire.

» Il sera intéressant de déterminer plus exactement les rapports qui doivent exister entre ces faits révélés par le microscope et ceux que la chimie nous a fait connaître.

» A l'état normal, chez l'homme, les plus petits corpuscules hématoblastiques ont environ 1 μ, et les plus gros amas dépassent rarement 8 μ dans leur plus grand diamètre; mais les hématoblastes peuvent être plus ou moins développés et abondants, suivant certaines circonstances qu'il sera nécessaire de préciser; il est probable qu'on trouvera des relations plus ou moins étroites entre les diverses modifications de ces éléments et les variations qu'on observe dans l'acte de la coagulation et la richesse du réseau fibrineux.

» Dans l'anémie intense, surtout lorsqu'elle est liée à un état cachectique, on voit se former des amas hématoblastiques très-volumineux, parfois même considérables, pouvant atteindre jusqu'à 60 et 70μ dans leur plus grand diamètre, mais le plus souvent le réseau fibrineux qui en part est moins riche et moins net qu'à l'état normal.

» Dans les maladies aiguës, et notamment dans les phlegmasies, les hématoblastes m'ont paru très-abondants, et les amas qu'ils forment sont plus volumineux qu'à l'état normal; mais, contrairement à ce qu'on observe dans les cachexies, la fibrine qui en émane forme un réseau riche et à fibrilles épaisses.

» L'étude de ces différents points promet d'être fertile en déductions pathologiques. »

M. Lavaud de Lestrade adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note sur un procédé pour obtenir la recomposition de la lumière du spectre solaire.

Le spectre est reçu sur un miroir à double face, auquel on imprime un mouvement de rotation autour d'un axe; en recevant la lumière réfléchie sur un écran, on obtient une bande lumineuse blanche. Pour donner à cette bande plus d'intensité, on peut, au mouvement de rotation continu, substituer un mouvement oscillatoire alternatif, dont on règle convenablement l'amplitude et la rapidité.

Enfin, en plaçant sur le trajet des faisceaux réfléchis de petits écrans qui interceptent une partie des couleurs, on obtient à volonté les colorations résultant du mélange de telles ou telles parties du spectre.

M. J. Latapie adresse une Note relative à la ventilation des hôpitaux, et à un procédé pour empêcher la diffusion des maladies contagieuses.

A 5 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	THERMOMÈTRES du jardin. Maxima.	THERMOMÈTRES du jardin. Moyenne.	THERMOMÈTRES du jardin. Moyenne vraie.	THERMOMÈTRES du jardin. Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	THERMOMÈTRES du sol. à 0m,20.	THERMOMÈTRES du sol. à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80)	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale.	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	pll	mg
1	736,9	4,1	7,4	5,8	5,6	0,3	5,5	7,2	5,6	6,5	8,8	6,6	96	1,9	0,5	2,0	1,4
2	50,2	5,1	8,0	6,6	5,8	0,6	5,3	2,6	5,4	6,9	8,6	6,2	89	0,3	1,1	2,0	0,2
3	55,6	1,3	4,5	2,9	3,4	− 1,7	3,1	1,5	3,1	6,3	8,5	5,0	87	0,0	1,4	3,6	0,1
4	53,3	3,1	5,0	4,1	3,6	− 1,4	3,4	1,5	3,4	5,9	8,5	5,6	93	0,0	0,7	5,6	0,3
5	54,4	2,8	6,7	4,8	5,1	0,2	5,0	1,7	5,0	5,8	8,3	6,5	99	0,7	0,2	0,6	0,1
6	47,9	4,1	11,1	7,6	6,8	2,1	6,9	1,5	6,3	6,2	8,2	7,1	96	4,2	0,3	0,8	0,2
7	57,1	4,1	9,8	7,0	7,2	2,6	7,4	9,9	7,1	6,6	8,1	6,8	89	8,0	0,7	2,0	0,5
8	61,7	4,5	8,6	6,6	4,8	0,3	5,5	21,2	3,5	6,7	8,0	5,5	85	0,2	1,3	9,9	0,3
9	61,3	− 2,1	6,5	2,2	1,6	− 2,8	1,3	19,9	1,9	5,5	8,0	4,5	88	.	.	.	0,2
10	52,0	− 1,7	5,6	2,0	1,4	− 2,9	1,6	21,4	0,8	4,5	7,9	4,3	85	.	.	.	0,2
11	58,3	− 3,4	3,9	0,3	0,3	− 3,9	0,5	17,0	0,7	3,6	7,6	4,3	91	.	.	.	0,1
12	56,4	0,1	7,1	3,6	4,0	− 0,1	4,2	2,0	3,4	3,4	7,4	5,8	94	3,1	0,6	0,9	0,5
13	56,7	0,1	7,2	3,7	3,0	− 1,0	3,2	12,5	2,7	3,9	7,1	5,2	91	0,2	0,6	0,9	1,0
14	62,1	0,1	6,8	3,5	2,6	− 1,3	3,3	21,2	1,9	3,7	6,9	4,8	87	.	0,8	6,9	0,7
15	70,3	− 4,5	− 0,1	− 2,3	− 1,4	− 5,2	− 1,9	9,3	− 1,3	3,2	6,7	4,2	100	.	.	.	0,2
16	66,7	− 1,7	8,8	3,5	4,0	0,3	4,0	4,8	3,9	2,7	6,5	5,9	95	0,1	.	.	0,3
17	66,0	6,7	8,3	7,5	7,1	3,5	7,3	1,7	6,5	4,3	6,3	7,0	92	0,3	0,5	18,4	0,7
18	67,2	5,8	8,0	6,9	5,6	2,1	5,6	4,9	4,7	5,2	6,3	6,1	89	0,5	1,7	19,9	0,3
19	69,5	1,3	5,6	3,5	3,4	0,0	3,4	4,1	3,0	4,5	6,3	4,9	84	0,0	1,6	16,0	0,2
20	71,0	− 0,2	1,6	0,7	− 0,1	− 3,4	− 0,5	8,7	− 0,3	4,0	6,3	3,8	84	.	.	.	0,5
21	69,0	− 3,5	− 1,7	− 2,6	− 2,6	− 5,8	− 3,6	1,7	− 2,4	3,0	6,4	3,6	96	0,0	.	.	0,5
22	66,3	− 3,7	non atteint.	1,4	− 2,5	− 5,5	− 3,1	5,9	− 2,0	2,4	6,1	3,6	93	.	.	.	0,9
23	56,8	ascendante.	6,4		1,9	− 1,0	3,1	2,8	0,6	2,1	5,9	5,1	97	1,6	.	.	0,3
24	54,9	− 2,3	5,2	1,5	1,5	− 1,3	2,0	3,7	1,0	2,2	5,7	4,6	90	0,4	.	.	0,1
25	51,1	− 0,1	2,6	1,3	0,9	− 1,8	1,2	2,8	0,4	2,3	5,6	4,6	93	1,7	.	5,6	0,8
26	40,8	− 1,1	6,2	2,6	2,9	0,3	2,9	13,9	2,9	2,1	5,4	4,9	86	8,3	0,9	11,3	1,4
27	47,2	1,4	5,6	3,5	3,3	0,8	3,4	5,9	2,9	2,8	5,4	4,3	73	0,4	1,5	14,4	0,9
28	57,8	1,5	7,2	4,4	3,7	1,3	4,0	7,6	3,5	2,8	5,3	5,1	85	6,5	1,0	15,3	0,8
29	51,3	2,9	12,5	7,7	10,5	8,2	10,6	5,5	9,8	3,9	5,2	8,7	92	3,4	0,7	9,9	0,9
30	55,0	8,1	12,1	10,1	10,3	8,1	10,5	3,1	9,6	5,9	5,1	8,6	92	2,1	0,8	11,4	0,6
31	59,0	6,1	9,2	7,7	5,4	3,3	5,7	14,6	4,2	6,7	5,2	5,1	76	3,6	2,7	32,5	0,7

(5) (7) (9) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires. (10) (11) Observation de midi.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.
(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.)	MAGNÉTISME TERRESTRE Inclinaison. (Fortification.)	MAGNÉTISME TERRESTRE Intensité horizontale. (Parc.)	MAGNÉTISME TERRESTRE Intensité totale. (Parc.)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante.	VENTS Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure.	VENTS Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(25)	
						km	kg			
1	17°6',4	65°32',4	1,9338	4,6510	SSE	16,8	2,7	SSE	10	Cont. pluv., surtout de 5 h. m. à 8h30m m.
2	6,8	30,9	9352	6500	NNE	15,6	2,3	NNE	9	Brumeux. La pluie cesse vers 8 h. m.
3	5,5	32,3	9339	6509	NE	22,0	4,6	»	10	Uniform. couv., brum.; goutt. de pl. à min.
4	7,4	32,8	9328	6498	NNW	9,5	0,8	N	10	Id. bruine ou pluie fine surt. le jour.
5	5,7	32,8	9325	6490	tr.-variable	6,1	0,4	»	10	Id. id. presq. cont.
6	5,4	32,4	9339	6514	S ¦ SE	20,1	3,8	S	10	Bourrasq. et pluies, surt. de 8h15m m. à 3h s.
7	6,4	32,3	9337	6504	tr.-variable	8,6	0,7	»	10	Pluv. mat. et soir, surt. de 7h15m s. à 12h30m.
8	6,7	31,9	9337	6492	NW	12,9	1,6	NNW *k*	2	Gelée blanche le soir.
9	5,5	32,6	9336	6511	SE	7,5	0,5	»	1	Givre matin et soir. Assez beau.
10	6,2	32,0	9343	6510	E	11,7	1,3	NNE	0	Id. Beau temps.
11	6,1	32,4	9343	6522	SSW	7,7	0,6	NNE *k*	6	Givre le matin. Ciel variable.
12	7,1	33,1	9332	6518	S à W	24,2	5,5	SW	9	Bourrasq. Pluie de 11 h. m. à 4h30m s.
13	7,0	33,0	9335	6522	S à W	17,5	2,9	SW *k*	5	Variable. Pluie faible avant midi.
14	6,1	33,2	9334	6524	W	10,5	1,0	NNW	1	Gelée blanche matin et soir.
15	5,4	33,6	9333	6534	SSE	6,9	0,4	»	9	Givre épais. Brouill. persistants.
16	7,1	32,9	9331	6509	S à WNW	19,0	3,4	WSW	10	Petite pluie vers minuit.
17	6,8	32,9	9339	6528	W à N	10,7	1,1	W	9	Pluie avant le jour et vers minuit.
18	5,2	32,8	9340	6526	NW	16,1	2,5	N	5	Pluvieux avant le jour.
19	4,6	33,1	9340	6536	N	14,9	2,1	NNE	10	Bruine le matin.
20	4,0	32,9	9336	6521	NNE	14,6	2,0	NNE	6	Givre le matin. Ciel variable.
21	4,7	32,8	9338	6522	N à E et S	6,5	0,4	»	10	Id. rares flocons de neige vers midi.
22	5,5	32,6	9337	6515	SSE	11,0	1,1	»	10	Brumes élevées; faux dégel.
23	6,5	32,5	9338	6514	SW à NNW	17,5	2,9	W à N	6	Bourr. le matin avec pluie, suivie du regel
24	6,0	32,3	9338	6507	S à W	21,8	4,5	SW	8	et de nouv. bourr. avec pluie le soir du 24.
25	5,9	32,2	9338	6505	W à S	9,9	0,9	WSW	9	Givre. Pluie et neige à demi-fondue.
26	7,1	31,9	9340	6500	NW à SW	20,9	4,1	NW	5	Neige suivie de pluie le mat. Pluie reprend
27	5,8	32,1	9340	6507	W	17,3	2,8	WSW	9	de 8h s. le 26 à 3h30m le 27; grêlons à 2h35m s.
28	5,8	32,2	9336	6501	W à S	10,6	1,1	W	10	Pluv. de 6h s. le 28 à 4h m. le 29, avec bour-
29	6,8	31,9	9336	6491	SW	22,7	4,8	SW	9	rasques vers midi du 29 et le soir.
30	6,4	31,9	9336	6490	SSW	23,5	5,2	SSW	10	Bourr. avec pluie, surt. de 3h s. le 30 à 3h m.
31	4,8	32,0	9331	6483	WNW	24,3	5,5	NW	2	le 31 (forte averse à 1h30m). Gelée bl. le s.

Minima barométriques : le 1, de 736mm,7 à 1h40m s.; le 6, de 747mm,0 vers 3h s.; le 12, de 755mm,5 à 1h55m s.; le 23, de 756mm,5 à midi 10m; le 24, de 750mm,2 à 6h s.; le 26, de 738mm,3 à 6h m.; le 29, de 751mm,2 à midi 55; le 31, de 747mm,3 vers 1h m. Autres dépress. le 8 et le 10, 751 et 752 et le 16 à 763mm,2, apr. maxim. de 770mm,6 le 15 à 9h s. (nouv. maxim. le 20 vers 10h m. à 771mm,7);

(23) Vitesses maxima du vent à 20m de hauteur : les 3, 6, 16 et 26; de 36 à 38km; les 23 et 29 de 42 à 44km; les 12 et 30 de 47 à 50km, et le 31 de 55km.

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Décembre 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	4′,9	5′,6	8′,7	7′,2	5′,9	4′,5	4′,6	17°. 6′,0
Inclinaison »	65° +	32,2	32,3	32,3	32,5	32,7	32,7	32,7	65.32,5
Force magnétique totale	4,+	6511	6506	6505	6509	6513	6510	6509	4,6510
Composante horizontale	1,+	9341	9338	9337	9336	9336	9335	9334	1,9337
Composante verticale	4,+	2299	2295	2294	2299	2304	2301	2300	4,2299
Électricité de tension (éléments Daniell) 21 jours.		3,6	13,9	17,2	13,8	9,8	8,7	5,0	8,9
Baromètre réduit à 0°		mm 757,13	mm 757,81	mm 757,54	mm 757,45	mm 757,76	mm 758,05	mm 757,96	mm 757,60
Pression de l'air sec		751,96	752,58	752,02	751,90	752,17	752,50	752,59	752,19
Tension de la vapeur en millimètres		5,17	5,23	5,52	5,55	5,59	5,55	5,37	5,41
État hygrométrique		92,1	91,9	85,9	84,2	89,2	91,1	91,9	89,8
Thermomètre du jardin (ancien abri)		2°,49	2°,75	4°,51	4°,87	4°,01	3°,56	3°,03	3°,51
Thermomètre électrique à 20 mètres		2,55	2,82	4,35	4,75	4,15	3,69	3,18	3,56
Degré actinométrique		0,00	10,07	23,94	4,98	0,00	»	»	7,80
Thermomètre du sol. Surface		1,80	2,65	5,72	4,37	3,08	2,68	2,01	3,15
» à $0^m,02$ de profondeur		3,44	3,35	3,47	3,84	3,91	3,85	3,69	3,63
» à $0^m,10$ »		4,11	4,01	3,98	4,13	4,31	4,32	4,26	4,16
» à $0^m,20$ »		4,47	4,43	4,38	4,38	4,47	4,53	4,52	4,46
» à $0^m,30$ »		4,55	4,54	4,50	4,48	4,51	4,55	4,54	4,53
» à $1^m,00$ »		6,85	6,84	6,82	6,81	6,80	6,78	6,76	6,81
Udomètre enregistreur		mm 15,34	mm 2,47	mm 5,85	mm 5,88	mm 0,73	mm 6,87	mm 9,82	mm t. 46,96
Pluie moyenne par heure		0,082	0,027	0,063	0,063	0,007	0,074	0,106	»
Évaporation moyenne par heure (20 jours)		0,022	0,035	0,054	0,078	0,050	0,036	0,031	»
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		14,28	15,68	15,32	16,34	14,35	14,71	13,81	14,84
Pression moy. en kilog. par mètre carré		1,90	2,30	2,21	2,52	1,92	2,04	1,80	2,08

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 5,4	757,70	3,09	2,98	2,66	14,50	1h soir	17. 8,7	757,42	4,69	4,92	2,31	16,77
2 »	6,3	57,37	3,03	2,80	4,15	13,93	2 »	8,0	57,41	4,83	5,03	2,23	16,51
3 »	6,7	57,09	2,96	2,60	1,65	14,56	3 »	7,2	57,45	4,76	4,92	1,34	15,74
4 »	6,5	56,91	2,86	2,53	1,05	14,31	4 »	6,6	57,55	4,56	4,55	0,39	14,92
5 »	5,7	56,93	2,71	2,42	3,68	14,27	5 »	6,1	57,67	4,35	4,14	0,17	14,07
6 »	4,9	57,13	2,55	2,38	2,15	14,12	6 »	5,9	57,77	4,15	3,95	0,17	14,05
7 »	4,4	57,39	2,47	2,47	0,57	15,06	7 »	5,6	57,87	3,99	3,87	1,34	14,28
8 »	4,7	57,65	2,54	2,47	0,93	16,12	8 »	5,1	57,95	3,84	3,75	2,61	15,18
9 »	5,6	57,80	2,82	2,83	0,97	15,85	9 »	4,5	58,05	3,70	3,58	2,92	14,67
10 »	7,0	57,80	3,29	3,47	1,74	14,64	10 »	4,1	58,13	3,53	3,39	3,65	14,35
11 »	8,1	57,70	3,83	4,11	0,74	14,78	11 »	4,1	58,10	3,35	3,19	3,92	13,37
Midi...	8,8	57,54	4,35	4,60	3,37	16,53	Minuit..	4,6	57,96	3,19	3,10	2,25	13,71

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 1°,3 Des maxima........ 6°,5 Moyenne........... 3°,9

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima........ 0°,3 Des maxima........ 7°,8 Moyenne.......... 4°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Nov. 27 à 1er Déc.	7°,1	Déc. 7 à 11......	3°,1	Déc. 17 à 21.....	2°,7
Déc. 2 à 6......	4,9	» 12 à 16......	2,4	» 22 à 26.....	0,9
				» 27 à 31.....	6,6

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, n° 55.

;35, les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*.
ıt, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms terminent chaque volume.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... **20 fr.**
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine .... **30 fr.**
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

es qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément **15** francs.
encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
....	Michel et Médan.
....	Prévost-Allo.
me..	Debreuil.
....	Germain et Grassin. / Lachèse, Belleuvre et Cie.
:..	Cazals.
n...	arion.
ux...	Chaumas / Sauvat.
:..	David.
....	Lefournier.
....	Legost-Clérisse.
ry...	Perrin.
Ferr.	Rousseau.
.....	Lamarche.
le...	Drevet.
.....	Beghin. / Quarré.
.....	Charles.
.....	Beaud. / Palud.
lle...	Camoin frères. / Bérard.
llier.	Coulet. / Seguin.
.....	Douillard frères. / Mme Veloppé.

	chez Messieurs :
A Nancy	André. / Grosjean.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Ressayre.
Rennes	Morel et Berthelot. / Verdier.
Rochefort ...	Brizard. / Valet.
Rouen	Métérie. / Herpin.
St-Étienne ..	Chevalier.
Toulon	Rumèbe aîné. / Rumèbe jeune.
Toulouse	Gimet. / Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

	chez Messieurs :
A Metz	Rousselot.
Mulhouse ...	Detloff. / Bufleb.
Strasbourg ..	Derivaux. / Hagemann et Cie. / Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

	chez Messieurs :
A Amsterdam .	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone ..	Verdaguer.
Berlin	Aser et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles ...	Decq et Duhent. / Merzbach et Falk.
Cambridge ..	Dighton.
Édimbourg ..	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Clemm.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne ...	Imer-Cuno.
Leipsig	Brockhaus. / Twietmeyer. / Voss.
Liége	Bounameaux. / Gnusé.
Londres ...	Dulau. / Nutt.
Luxembourg.	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.

	chez Messieurs :
A Moscou	Gautier.
Madrid	Bailly-Baillière. / Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York ..	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Magalhães et Moniz. / Chardron.
Rio-Janeiro.	Garnier.
Rome	Bocca frères.
Rotterdam ..	Kramers.
Stockholm ..	Samson et Wallin.
St-Pétersb ..	ssakoff. / Mellier. / Wolff.
Turin	Bocca frères. / Brero.
Varsovie ..	Gebethner et Wolff.
Venise	Ongania.
Vérone	Drucker et Tedeschi.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Franz Hanke. / Schmidt.

LES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1**^er^ à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**

PLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

[: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matièr ar M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... **15 fr.**
[I : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences oncours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi- es, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature ports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... **15 fr.**

uve également à la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie** nces.
ospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.



N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 7 Janvier 1878.)

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 2 (14 Janvier 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de Académie* se composent des extraits des travaux de s Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes ésentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 3 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

RTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ı par un Associé étranger de l'Académie comprennent ı plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *omptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées ıns les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction rite par leur auteur a été remise, séance tenante, ıx Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même mite que les Mémoires; mais ils ne sont pas comris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par s correspondants de l'Académie comprennent au lus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner lus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les iscussions verbales qui s'élèvent dans le sein de Académie; cependant, si les Membres qui y ont ris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doient rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, lont ils donnent lecture à l'Académie avant de les emettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne réjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de ire, dans les séances suivantes, des Notes ou Ménoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome XXXIX de ses Mémoires est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE. — *Sur la présence de l'oxygène dans l'argent métallique;* par M. Dumas.

« L'Académie a suivi avec un vif intérêt la discussion savante qui s'est élevée dans son sein, il y a peu de temps, entre quelques-uns de nos plus éminents confrères, au sujet des principes sur lesquels repose la théorie atomique. Deux points sont demeurés douteux parmi ceux qui sont de nature à être contrôlés et jugés par des expériences que l'état actuel de la Science permet de rendre précises et décisives.

» 1° Ainsi que je l'avais trouvé, il y a longtemps, pour le chloral hydraté, existe-t-il des composés qui puissent fournir 8 volumes de vapeur en prenant la forme gazeuse?

» 2° L'excès de densité que présentent certaines vapeurs, comme celle de l'acide acétique monohydraté ou celle du soufre dont j'ai signalé autrefois le caractère anormal, au voisinage du point d'ébullition de ces corps, doit-il être expliqué par un changement rapide du coefficient de dilatation

de la vapeur à l'approche de son changement d'état, ou par une condensation polymérique des molécules du corps, qui ferait, par exemple, du soufre à 500 degrés, l'ozone du soufre?

» Depuis un demi-siècle ces questions sont posées, et si elles n'ont pas encore été résolues, c'est qu'il manquait à nos laboratoires certains instruments, et à la discussion des expériences certaines données physiques qu'on possède aujourd'hui. Maintenant leur solution ne se fera plus attendre, et il est naturel d'en laisser le soin aux habiles expérimentateurs qui poursuivent ces délicates études.

» Une troisième question qui intéresse au plus haut degré toute conception sur la nature de la matière reste encore en litige, et le moment me semble venu de ramener sur elle l'attention des personnes qui s'intéressent aux progrès de la Philosophie naturelle.

» Tandis que les équivalents des corps simples, comparés à celui de l'oxygène, ne laissaient apercevoir entre eux aucun rapport facile à saisir, il a suffi autrefois de prendre l'hydrogène comme unité pour reconnaître, par exemple, que l'équivalent du carbone pouvait être considéré comme étant égal à 6, celui de l'oxygène à 8, celui de l'azote à 14, celui du soufre à 16, celui du calcium à 20, celui du fer à 28, etc.

» Les équivalents des corps simples semblaient donc représentés par des multiples en nombres entiers de celui de l'hydrogène. Pour les personnes qui croient à l'unité de la matière, ces résultats de l'expérience donnaient une grande force à leur opinion et permettaient de supposer, en effet, que les divers corps réputés élémentaires pouvaient résulter de la simple agrégation de molécules semblables variant en nombre ou en arrangement pour chacun d'eux. Ces résultats ont été mis en doute.

» Au point de vue pratique, les chimistes pouvaient se contenter des notions acquises sur le poids des équivalents. Il n'en était plus ainsi sous le rapport purement philosophique, et il était nécessaire que l'expérience vînt prononcer sur ce point : les équivalents des corps simples sont-ils ou ne sont-ils pas des multiples, par des nombres entiers, d'une même unité fondamentale?

» Il n'est pas inutile à l'objet de cette discussion de rappeler qu'à cet égard, on n'a jamais été trahi par la balance, instrument le plus parfait de tous, et que dans ces sortes de déterminations, on l'a été bien souvent, au contraire, par des négligences de calcul et surtout par des erreurs involontaires relatives à la pureté des corps employés.

» Berzélius, le créateur de la chimie numérique, convaincu, et il en avait le droit, de la précision de ses expériences, en maintenait volontiers la rigueur jusqu'à la troisième décimale. Il suffisait, cependant, de ramener au vide le poids apparent des corps sur lesquels il avait opéré, correction qu'il avait négligée, pour modifier les dernières décimales de ses chiffres.

» En ce qui concerne les gaz, toutes les déterminations de densité effectuées dans les premières années du siècle, comparées à celles de l'hydrogène, s'écartent un peu des rapports simples qu'elles auraient dû présenter. L'oxygène aurait dû se montrer seize fois plus lourd que l'hydrogène, l'azote quatorze fois, l'acide carbonique vingt-deux fois, etc. L'expérience donnait bien des résultats rapprochés de ces nombres, mais on observait cependant des différences qu'on n'aurait pas dû rencontrer. On n'avait pas remarqué que tout gaz qui a été recueilli sur un liquide a perdu sa pureté et que, pour opérer sur un gaz pur, il faut le diriger sans intermédiaire de la source qui le produit à l'appareil qui doit l'utiliser. Cette modification opérée, les poids de l'azote, de l'oxygène et de l'acide carbonique pour le même volume sont devenus, on peut le dire, des multiples exacts par des nombres entiers du poids de l'hydrogène.

» On laisse de côté, pour le moment, la question de savoir si cette unité doit être l'hydrogène même ou le double de son poids, c'est-à-dire 1 ou 2, circonstance qui n'a pas d'importance, puisqu'il ne s'agit que de rapports et non de nombres absolus.

» Ne doit-on pas considérer comme exprimant des rapports en nombres entiers les chiffres suivants, déterminés par l'expérience?

Hydrogène..........	1
Carbone............	6,02
Lithium............	7,02
Oxygène............	8,00
Azote..............	14,04
Soufre.............	16,02
Calcium............	20,01
Sodium.............	23,04, etc.

» N'y a-t-il pas là l'indication d'une loi de la nature? Les irrégularités, quand il s'en présente de plus grandes, ne doivent-elles pas être attribuées plutôt à une insuffisance de l'expérience qu'à la constitution même des corps? Je n'ai jamais cessé de poursuivre la pensée qu'après avoir reconnu la nécessité d'employer, pour fixer les rapports absolus de poids entre les

équivalents, 1° des corps très-purs, 2° des réactions très-simples, 3° des pesées réduites au vide, il y avait encore à prendre quelques précautions ignorées.

» Je crois pouvoir ajouter aujourd'hui que, lorsqu'il s'agit de poursuivre la précision jusqu'aux dernières limites, on ne peut, dans beaucoup de cas, considérer le poids des corps comme exact qu'autant qu'ils ont été *maintenus dans le vide à une température élevée, jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus rien, et que le baromètre en rapport avec l'appareil se maintienne à la hauteur normale.*

» Il ne suffit pas que les corps aient séjourné longtemps dans le vide à froid ou pendant un temps court dans le vide à chaud, ou bien enfin qu'ils aient été portés au rouge sous la pression ordinaire; je vais le montrer par un exemple.

» Parmi les composés qui ont joué un rôle prépondérant dans la détermination des équivalents, le chlorure d'argent figure au premier rang. Le rapport du chlore à l'argent semble si facile à déterminer; l'insolubilité du chlorure d'argent permet de transformer avec tant de précision tout chlorure soluble en chlorure d'argent, qu'on trouvait dans ces réactions l'instrument presque général de la fixation des équivalents des corps élémentaires.

» Cependant, si l'on compare les diverses synthèses du chlorure d'argent, on trouve des différences absolument inexplicables. On a, en effet, par synthèse, pour 100000 d'argent :

D'après	Berzélius........	132,700	de chlorure,
»	M. de Marignac..	132,842	»
»	M. Stas.........	132,850	»
»	M. Dumas......	132,870	»
»	Gay-Lussac.....	132,890	»
»	H. Rose.........	133,014	»

» Parmi ces nombres, quel est le vrai? Mettre en doute l'habileté des expérimentateurs qui les ont obtenus personne n'y songerait. Il fallait chercher dans les circonstances mêmes de l'expérience les causes de leur divergence, et, après bien des études à ce sujet, il m'a semblé qu'elle se trouvait dans l'état de l'argent métallique employé pour en opérer la conversion en chlorure. Effectuées dans mon laboratoire de l'École Centrale, mes expériences, à ce sujet, ont été répétées à l'École Normale.

» Notre confrère M. Debray avait préparé, à ma demande, 1 kilogramme d'argent pur, en employant les procédés usités pour la fonte de ce métal et sa conversion en grenaille, c'est-à-dire la fusion avec addition d'un peu de

borax et de nitre, opération que lui ont fait subir la plupart des expérimentateurs qui en ont déterminé l'équivalent ou qui s'en sont servis pour en déterminer d'autres.

» J'ai placé cet argent dans un ballon de porcelaine vernie, mis en communication avec une trompe de Sprengel.

» J'ai chauffé le ballon, et bientôt, la température étant élevée vers 400 ou 500 degrés, il s'est dégagé un gaz qui a continué pendant 6 heures à se rendre dans les éprouvettes destinées à le recueillir sur le mercure, le ballon étant maintenu vers 500 ou 600 degrés, sans dépasser le rouge sombre. Lorsque le dégagement s'est arrêté, on a extrait tout ce que l'appareil contenait de gaz. On a élevé la température jusqu'à la fusion de l'argent. Aucun nouveau dégagement de gaz ne s'est manifesté.

» Après le refroidissement du ballon, on y a trouvé un culot d'argent bien cristallisé. La voûte du ballon et la partie du col voisine de la panse étaient recouvertes de globules d'argent distillé. Il n'y avait pas trace de la teinte jaune qui décèle la formation du silicate d'argent.

» Le culot, soigneusement nettoyé, possédait une densité égale à 10,512, supérieure par conséquent à la densité attribuée généralement à l'argent pur.

» Le gaz dégagé était de l'oxygène pur, sa quantité s'élevait à 57 centimètres cubes à zéro et 0,76 pour 1 kilogramme d'argent.

» Il résulte de cette expérience que le kilogramme d'argent soumis à l'expérience contenait 82 milligrammes d'oxygène et $999^{gr},918$ d'argent seulement.

» Les quantités d'oxygène retenues par l'argent devaient s'élever plus haut, si l'on exagérait un peu l'influence de l'atmosphère oxygénée pendant sa fusion. J'ai préparé en conséquence un nouveau kilogramme d'argent maintenu en fusion pendant un quart d'heure, en ayant soin de projeter dans le creuset, de temps en temps, de petites quantités de nitre. Ce kilogramme a fourni, par l'action combinée du vide et d'une température de 500 à 600 degrés, une quantité d'oxygène pur qui s'est élevée à 158 centimètres cubes à zéro et 0,76, pesant 226 milligrammes. Le poids apparent de ce kilogramme d'argent ne représentait donc que $999^{gr},774$ d'argent réel.

» Il n'est pas nécessaire, d'après ce qui précède, de faire usage de vases en porcelaine pour ces expériences : un tube de verre dur suffit. La température ayant à peine atteint le terme qui correspond au ramollissement du verre, on a extrait de 1 kilogramme d'argent réduit du chlorure d'argent

par le carbonate de soude avec addition de nitre, 174 centimètres cubes d'oxygène, représentant $0^{gr},249$ de ce gaz (¹). Le kilogramme d'argent n'en représentait donc que $999^{gr},751$.

» Il résulte de ces épreuves que, dans les expériences très-nombreuses où l'on a fait intervenir l'argent pour la détermination des équivalents, les chimistes qui, après avoir donné à la purification de ce métal les soins nécessaires, l'ont converti en grenaille après l'avoir fondu en présence du borax, du nitre et de l'air, l'ont mis dans le cas d'absorber des proportions d'oxygène qui peuvent varier de 50 à 200 centimètres cubes par kilogramme, sans que les circonstances de la préparation aient été exagérées.

» Ces quantités sont de nature à exercer une influence notable sur les résultats déduits de la synthèse du chlorure d'argent ou des expériences très-nombreuses qui ont servi à fixer le poids des équivalents des corps en déterminant la quantité d'argent nécessaire à la décomposition de leurs chlorures. L'oxygène augmente le poids apparent de l'argent employé et diminue le poids du chlorure obtenu, puisqu'il est éliminé, dans les expériences de synthèse. Le rapport du chlore à l'argent en est donc nécessairement altéré. Les résultats obtenus par MM. de Marignac et Stas, ou même par Berzélius, au lieu du rapport 108:35,47, donneraient le rapport 108:35,50, que Gay-Lussac et moi nous avions trouvé, si l'on appliquait à leurs expériences la correction due à la présence de l'oxygène.

» Mais il reste encore d'autres objections à lever avant de considérer comme résolue la question de philosophie naturelle relative aux rapports de poids qui peuvent exister entre les équivalents des corps simples. Les travaux admirés et classiques de M. de Marignac et de M. Stas exigeront de bien autres efforts pour écarter les anomalies que ces deux éminents chimistes ont observées, si la loi dont j'ai pris la défense doit être adoptée.

» Les conditions de cette action réciproque de l'oxygène et de l'argent méritaient un examen particulier. Lorsqu'on porte ce métal près du rouge sombre dans le vide, il arrive un moment où tout le gaz qu'il contenait ayant été extrait, si l'on met l'argent en fusion et si l'on fait rentrer de l'oxygène dans l'appareil, celui-ci est absorbé rapidement. Le mercure remonte et se soutient à une hauteur de 48 à 50 centimètres, pendant des heures en-

(¹) Dans cette expérience, comme dans quelques autres, le premier gaz recueilli renfermait quelques centièmes d'oxyde de carbone, qu'on a confondu avec l'oxygène, la différence des densités étant très-faible.

tières, même à la température à laquelle la porcelaine se ramollit. On peut déterminer de la sorte la tension de dissolution de l'oxygène dans l'argent fondu ou la tension de dissociation de la combinaison, si l'on considère le produit formé comme un composé chimique.

» Laisse-t-on refroidir l'appareil, l'argent se solidifie et un dégagement brusque d'oxygène a lieu ; mais ce métal, quoique ayant roché dans le vide, d'une manière inusitée, ne restitue pas à beaucoup près tout l'oxygène qu'il avait absorbé. La voûte du ballon reste colorée en jaune par la formation du silicate d'argent.

» Ainsi, d'après ces expériences, l'argent qui contient de l'oxygène ne le perd pas à froid dans le vide.

» Il le laisse dégager avec lenteur, de 400 à 600 degrés dans le vide.

» A partir de la température du rouge-cerise, le dégagement tend à cesser.

» Lorsque l'argent est ramolli et surtout lorsqu'il est fondu, le phénomène est renversé et l'absorption de l'oxygène rapide.

» Le métal, en se solidifiant, perd une partie de son oxygène, mais il en retient des quantités considérables.

» Les expériences de Lucas, de Chaudet, de Gay-Lussac et de Graham avaient appris que l'argent possède le pouvoir de dissoudre de l'oxygène et d'en perdre une partie en rochant. Si, dans les recherches délicates auxquelles ce métal a été consacré, on a négligé de se rendre compte de l'influence qu'il pouvait exercer, c'est qu'on avait admis que l'oxygène se perdait à peu près complétement au moment de la solidification de l'argent.

» Les études pleines d'intérêt de M. F. Le Blanc sur la faculté que possède la litharge de dissoudre l'oxygène pendant la fusion et d'en perdre beaucoup pendant la solidification vont faire l'objet d'un examen comparatif, les deux phénomènes paraissant du même ordre. »

PHYSIQUE. — *Sur la formation de l'eau oxygénée, de l'ozone et de l'acide persulfurique pendant l'électrolyse.* Note de M. **Berthelot**.

« 1. Faraday remarqua le premier que la décomposition électrolytique de l'acide sulfurique étendu fournit un volume d'oxygène inférieur à la moitié de celui de l'hydrogène, dégagé simultanément : il attribua ce phénomène à une formation d'eau oxygénée, sans s'y arrêter autrement (*Trans. philos.* pour 1834, p. 91). Depuis lors, l'emploi du voltamètre comme instrument de mesure a conduit beaucoup de physiciens à faire la même observation. Elle prit un intérêt spécial lorsque la production de l'ozone

pendant l'électrolyse eut été constatée, et l'on a même cherché à établir une relation entre les deux phénomènes.

» 2. Tantôt l'ozone et l'eau oxygénée ont été regardés comme deux peroxydes d'hydrogène : opinion que les expériences de MM. de Marignac et de la Rive, Fremy et E. Becquerel, sur la nature véritable de l'ozone, n'ont pas permis de maintenir.

» 3. Tantôt on attribua la prétendue formation de l'eau oxygénée par électrolyse à la réaction de l'ozone sur l'eau : supposition que l'expérimentation directe faite, avec ces deux derniers corps, ne confirme point.

» La moindre trace d'eau oxygénée peut être constatée d'une manière spécifique par les trois réactions suivantes : 1° la décomposition du permanganate de potasse (réaction de M. Brodie); 2° la production de l'acide perchromique (réaction de Barreswil); 3° la précipitation du bioxyde de calcium sous forme de cristaux soyeux, par l'eau de chaux, la liqueur étant maintenue alcaline, réaction dont j'ai constaté l'extrême sensibilité.

» Or j'ai vérifié que l'oxygène sec renfermant 2 centièmes d'ozone (produit par l'effluve) peut être maintenu en contact avec quelques gouttes d'eau pure, ou d'eau acidulée par l'acide sulfurique, soit pendant peu de minutes, soit pendant cinq jours; soit même dans le tube à effluve, pendant quelques heures; sans fournir à aucun moment la moindre trace d'eau oxygénée : résultat négatif conforme d'ailleurs aux observations antérieures. Il ne doit pas être attribué à une destruction immédiate de l'eau oxygénée par l'ozone, attendu que les deux corps peuvent coexister pendant plusieurs heures.

» 4. Tantôt enfin on a invoqué un dédoublement hypothétique de l'oxygène ordinaire en ozone (oxygène négatif) et antozone (oxygène positif); ce dernier ayant, disait-on, la propriété de s'unir aussitôt avec l'eau pour constituer le bioxyde d'hydrogène. Les rapports volumétriques entre l'oxygène ordinaire et l'ozone sont peu conformes à cette hypothèse, d'après laquelle l'ozone et l'antozone devraient avoir chacun une densité moitié moindre que celle de l'oxygène produit par leur combinaison : en réalité, d'après M. Soret, l'ozone possède une densité triple de celle-là.

» M. C. Hoffmann a montré, d'ailleurs, que la proportion de l'oxygène actif contenu dans l'ozone d'électrolyse (estimée à l'acide de l'iodure de potassium) constitue seulement une faible fraction, telle que la dixième ou la vingtième partie de l'oxygène actif contenu dans la matière oxydante dissoute au sein de l'acide sulfurique, et qu'il regardait, avec ses pré-

décesseurs, comme identique à l'eau oxygénée (*Pogg. Ann.*, CXXXII, *p.* 607, 1867).

» Il n'existe donc pas, entre l'oxygène contenu dans les deux substances, le rapport d'égalité que la théorie précédente supposerait entre l'ozone et l'antozone. Par exemple, 20 centimètres cubes d'acide sulfurique (1,4) ont été placés dans un vase poreux, refroidi à l'intérieur par de l'eau circulant dans un petit serpentin. Dans ce vase plongeait l'électrode positive, formée par un tube de verre que terminait un fil de platine soudé dans son épaisseur. Au bout d'un jour, j'ai trouvé l'oxygène total dégagé égal à 910 centimètres cubes, soit 1250^{mgr}; lequel renfermait $2^{mgr},2$ d'oxygène actif sur l'iodure de potassium (c'est-à-dire $6^{mgr},6$ d'ozone). Le pouvoir oxydant de la liqueur acide, estimé à l'aide du même réactif, représentait 44 milligrammes d'oxygène actif, soit vingt fois plus. Dans un autre essai, l'oxygène total pesait 1400^{mgr}; il renfermait, sous forme d'ozone, $0^{mgr},9$ d'oxygène actif, et la liqueur 62 milligrammes. On voit que les rapports entre ces trois quantités varient d'un essai à l'autre; comme il convient pour des produits accessoires formés par réaction secondaire.

» 5. Rappelons encore les recherches précises et bien faites de M. Meidinger (*Ann. der Ch. und Pharm.*, t. LXXXVIII, p. 57, 1853). Ce savant a établi que le rapport entre l'oxygène et l'hydrogène, pendant l'électrolyse d'une solution sulfurique, peut diminuer, dans des conditions qu'il définit, jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de sa valeur théorique, le minimum observé répondant à la densité 1,4 de l'acide. M. Meidinger interprétait aussi ses résultats par la formation de l'eau oxygénée.

» Voici des observations analogues, avec quelques détails nouveaux. Au début de l'électrolyse, en dix minutes : $H = 12^{cc},2$; $O = 3^{cc},6$ au lieu de 6,1. Après une heure, mêmes rapports. D'après le volume total des gaz recueillis, il y avait une perte de 21 milligrammes sur l'oxygène libre : je les ai retrouvés exactement, en dosant la matière oxydante dans la liqueur placée au pôle positif. Cependant le rapport normal des deux gaz tend à se rétablir peu à peu. Au bout de quelques heures, j'ai trouvé : 9,7 : 4,4. Un peu plus tard, l'oxygène surpassait la valeur théorique; car le rapport a atteint 8,5 : 4,8 et même 13,8 : 9. Ces faits s'expliquent, attendu que la liqueur extraite du vase poreux et placée dans un flacon dégageait spontanément de l'oxygène.

» 6. Quelle est la nature de la substance oxydante qui se forme ainsi pendant l'électrolyse? Il est facile de constater que ce n'est pas de l'eau oxygénée, contrairement à l'opinion reçue jusqu'à ce jour. En effet, elle

ne réduit pas le permanganate de potasse, dans la plupart des cas ; ou bien cette réduction, dans les cas exceptionnels où on l'observe (voir plus loin), détruit à peine quelques centièmes de la matière oxydante susceptible de réagir sur le sulfate ferreux. Celle-ci ne forme en général ni acide perchromique, ni hydrate de bioxyde de calcium caractéristiques. Enfin elle se détruit beaucoup plus vite. Elle a disparu en six semaines dans mes essais; tandis qu'une expérience simultanée a constaté seulement une perte de 10 centièmes sur l'eau oxygénée (acidulée).

» La substance oxydante n'est pas non plus de l'ozone en simple dissolution ; car elle n'oxyde pas l'acide arsénieux. En outre, la liqueur, agitée avec 50 fois son volume d'air, ne cède à celui-ci aucun gaz ou corps volatil, capable d'agir sur l'iodure de potassium. Réciproquement, l'acide sulfurique, au même degré de concentration, n'acquiert pas de propriétés oxydantes, lorsqu'on y dirige un courant prolongé d'oxygène pur, ou renfermant 2 centièmes d'ozone; ou bien encore lorsqu'on fait réagir ce gaz sur l'acide, avec le concours de l'effluve.

» J'ajouterai que la matière oxydante ne se forme guère que dans l'électrolyse des solutions sulfuriques. Avec une solution renfermant 66 centièmes d'acide phosphorique (PO^8H^3), l'électrolyse développe beaucoup d'ozone; mais la liqueur, au pôle positif, n'a acquis qu'un pouvoir oxydant presque insensible (20 fois moindre qu'avec l'acide sulfurique). Avec les solutions concentrées de potasse ou de baryte, il se forme de l'ozone dans les gaz; mais aucune matière oxydante n'a pris naissance dans les liqueurs. L'acide sulfurique est donc indispensable [1].

» Cette circonstance, jointe à la similitude des réactions, tant positives (oxydation du sulfate ferreux, du chlorure stanneux, de l'acide sulfureux, de l'iodure de potassium, du mercure métallique; décomposition par le platine, par la chaleur, ou par le temps seul) que négatives (absence d'action sur le permanganate, sur l'eau de chaux, sur l'acide chromique, sur l'acide arsénieux), etc., me paraît établir l'identité de la matière oxydante formée par électrolyse avec l'acide persulfurique.

» 7. Voici quelques nouveaux détails sur sa production par électrolyse. La dose obtenue n'a jamais dépassé 5 milligrammes d'oxygène actif

(1) Il en est de même pour la formation de l'acide persulfurique au moyen de l'eau oxygénée et de l'acide sulfurique. L'acide phosphorique cristallisé, PO^8H^3, auquel on ajoute quelques gouttes d'eau oxygénée, n'en modifie ni le titre ni les propriétés. L'acide acétique pur n'est pas plus efficace.

(3 $\frac{1}{2}$ *volumes gazeux*) pour 1 centimètre cube de liqueur, c'est-à-dire 55 milligrammes de S^2O^7, soit $\frac{1}{12}$ en poids ou en équivalent de l'acide sulfurique qui le dissout : il est même difficile d'atteindre cette limite. Entre autres causes qui la restreignent, on peut citer : 1° l'action de l'électrode de platine, au contact duquel l'oxygène se dégage nécessairement; action accrue, si l'on emploie une lame au lieu d'un fil; 2° la décomposition spontanée de l'acide persulfurique, laquelle s'opère peu à peu et s'accomplit en quelques semaines. Ce corps n'a donc point de tension finie de dissociation, c'est-à-dire qu'il est *formé avec absorption de chaleur*, à partir de l'oxygène et de l'acide sulfurique.

» Je n'ai pas réussi à obtenir des liqueurs plus riches, soit en opérant l'électrolyse dans un mélange réfrigérant, soit en employant des acides plus concentrés, tels que $SO^4H, 2HO$; SO^4H, HO; $SO^4H, \frac{1}{2}HO$. Seulement, avec les deux derniers acides, j'ai observé, en même temps que l'acide persulfurique et l'ozone, la formation d'une petite quantité d'eau oxygénée. Elle renfermait un dixième de l'oxygène actif contenu dans l'acide persulfurique formé simultanément avec SO^4H, HO; et un vingtième avec $SO^4H\frac{1}{2}HO$. Cette eau oxygénée a été reconnue par ses trois caractères (permanganate, acide perchromique, bioxyde de calcium), et dosée par l'action directe du premier réactif.

» On voit par là que les trois corps : ozone, eau oxygénée, acide persulfurique, peuvent se former à la fois dans l'électrolyse. Mais la dose en est faible et la proportion relative, variable : phénomènes qui caractérisent les actions secondaires. J'ai cherché si la formation de l'ozone par électrolyse avait lieu, dès que la force électromotrice de la pile est suffisante pour produire la décomposition de l'eau. On l'observe en effet avec 3 Daniell, et même avec 2; autant du moins qu'on peut en juger sur le faible volume des gaz dégagés dans ce dernier cas. Mais on ne l'observe qu'à la condition d'employer des éléments à grande surface et à très-faible résistance intérieure, par exemple à diaphragmes membraneux. Dès que la résistance augmente, l'ozone disparaît. Avec de grandes résistances, il faut jusqu'à 5 et 6 Daniell pour le manifester.

L'acide persulfurique, l'eau oxygénée, l'ozone, aussi bien que les composés spéciaux qui résultent de leur action sur le platine, jouent un rôle important dans les phénomènes qui déterminent la *polarisation* des électrodes et qui font varier la force électromotrice; celle-ci étant consommée, non-seulement pour effectuer la décomposition de l'eau, mais aussi pour engendrer les produits secondaires formés avec absorption de chaleur.

» 8. A ce point de vue, il convient de signaler la relation des transformations accomplies avec perte d'énergie graduelle, qui existe entre l'ozone, l'eau oxygénée, l'acide persulfurique et l'oxygène ordinaire :

» 1° L'*ozone* peut être *changé en eau oxygénée :* sinon par réaction directe, ainsi qu'il a été dit plus haut, du moins par l'intermédiaire de l'éther. Cette réaction est connue depuis longtemps, et je l'ai vérifiée avec de l'ozone sec et de l'éther absolument anhydre. Il se forme ainsi un composé spécial, *l'éther ozoné*, qu'il suffit d'agiter avec de l'eau, pour le changer en eau oxygénée. Ces deux réactions sont directes : leur résultat total est un dégagement de chaleur, soit $+ 3^{Cal},7$ pour HO^2 formée.

» 2° L'*eau oxygénée* peut être *changée en acide persulfurique* par l'acide sulfurique concentré, en évitant toute élévation de température. Le caractère immédiat de la réaction ne permet pas de douter qu'elle ne soit exothermique. Ajoutons cette circonstance qu'elle a lieu avec l'hydrate SO^4H, HO, et non avec l'hydrate $SO^4H, 2HO$; ce qui porte à croire que la chaleur dégagée est moindre que celle qui répond au changement du premier hydrate dans le second, c'est-à-dire moindre que $1^{Cal},5$. Mais la mesure directe n'a pas encore été faite.

» 3° L'*acide persulfurique* à son tour *dégage* peu à peu et à froid la totalité de son *oxygène* à l'état *ordinaire*, sans offrir aucune tension finie de dissociation : caractère propre aux réactions accomplies avec dégagement de chaleur.

» Il y a donc perte d'énergie successive en passant de l'ozone à l'eau oxygénée, de l'eau oxygénée à l'acide persulfurique, enfin de l'acide persulfurique à l'oxygène ordinaire. La somme des énergies perdues dans la série des transformations directes est représentée par les $14^{Cal},8$ absorbées dans la production inverse de l'ozone au moyen de l'oxygène ordinaire, production qui exige le concours d'une énergie étrangère, chimique ou électrique. »

CHIMIE. — *Sur la stabilité de l'ozone ;* par M. **Berthelot**.

« J'ai fait quelques essais pour définir la stabilité de l'ozone, substance dont on connaît la prompte altération. J'opérais avec des flacons de verre de 260 centimètres cubes environ, remplis d'oxygène ozoné par l'effluve, et maintenus à une température voisine de 12 degrés. Le titre initial étant 2,2 centièmes d'ozone, après vingt-quatre heures il était réduit à 2,1 ; après cinq jours, à 1,2 ; quatorze jours, 0,4 ; cinquante et un jours, une trace à

peine sensible; soixante jours, il ne subsistait aucune trace d'ozone sensible à l'odorat ou à l'iodure de potassium.

» La vitesse de la destruction de l'ozone est d'autant plus grande que le gaz est plus riche : ce qui explique la difficulté de dépasser certaines limites. Il résulte de ces observations que *l'ozone n'a point de tension finie de dissociation;* ce qui concorde avec sa formation endothermique. Il contraste par là avec les polymères formés avec dégagement de chaleur, et dont M. Troost a si bien étudié les tensions de dissociation.

» Les essais ci-dessus ont été faits avec l'ozone sec; mais, dans des essais parallèles, la présence de l'eau pure n'en a pas accéléré la destruction, au moins pendant les deux premières semaines.

» On a souvent comparé l'ozone à un gaz dont les particules seraient chargées d'électricité négative. Mes essais sur l'influence équivalente des deux électricités dans sa formation (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 447) ne sont pas favorables à cette hypothèse. Je citerai encore l'expérience suivante :

» J'ai rempli d'ozone sec, simultanément, deux flacons de même capacité : l'un en verre, qui a été placé sur un support isolant; l'autre en platine, garni intérieurement de feuilles repliées du même métal, et plongé dans l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, le titre de l'ozone contenu dans le flacon de verre isolé avait baissé de 13 à 12; dans le flacon de platine, de 14 à 13. Il ne s'était donc rien produit qui pût rappeler la décharge d'une matière chargée d'électricité au sens ordinaire. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les cassures qui traversent l'écorce terrestre, particulièrement celles qui sont connues sous les noms de* joints *et de* faille. Note de M. **Daubrée**.

« L'expérimentation, si utile en Géologie, quand il s'agit de l'étude de phénomènes chimiques ou physiques, n'a pas la même valeur quand il s'agit de certains phénomènes mécaniques dont l'écorce terrestre porte l'empreinte.

» Il est de ces phénomènes que l'expérience, il est vrai, a déjà imités fidèlement, comme la formation des galets, du sable et du limon, et la production de la schistosité.

» Mais les grandes cassures et les plissements qui se montrent de toutes parts dans la croûte du globe, dans les chaînes de montagnes et ailleurs, sont d'un accès plus difficile à l'expérimentation, surtout à raison de leurs

grandes dimensions. Si l'on veut aborder ces questions, on doit ne pas perdre de vue un instant que les conditions de similitude en Mécanique sont tout autres qu'en Géométrie.

» Il est cependant des cas où, en reproduisant, même dans de faibles proportions, certains phénomènes mécaniques, et lors même qu'on ne serait pas dans les conditions d'une similitude exacte, on ferait un progrès réel vers leur explication. C'est ce que montre l'expérience classique de James Hall sur les contournements des couches.

» Mais pour les questions d'ordre mécanique plus encore que pour toutes autres, le géologue, de même que l'artiste en présence du modèle vivant, ou le dessinateur de la chambre claire, doit avoir sans cesse dans l'esprit l'ensemble des phénomènes naturels qui forment l'objet de son expérimentation.

I. — Aperçu sommaire sur les failles et les joints.

» Les failles ont fixé tout naturellement l'attention des mineurs, depuis que, à la fin du siècle dernier, Werner a démontré que les filons métalliques doivent naissance à leur remplissage. Dans de nombreux districts de filons, elles ont été étudiées jusqu'à leurs moindres détails et elles ont été figurées d'une manière très-instructive, tant en projection horizontale que dans des coupes verticales. En outre, dans un grand nombre de mines de houille, elles arrêtent à chaque instant le champ d'exploitation, à cause du déplacement relatif qui s'est produit le long de leurs parois; aussi leurs caractères ont-ils été étudiés géométriquement de la manière la plus précise. Il n'est guère de bassin houiller qui n'ait fourni à cet égard des renseignements caractéristiques.

» Ici, comme dans d'autres cas, la pratique a fourni des données précieuses à la théorie.

» En dehors des exploitations, les failles ont été aussi fort étudiées, car elles jouent un rôle de premier ordre dans l'écorce terrestre, qu'elles divisent en innombrables compartiments, comme des voussoirs; elles forment des linéaments auxquels se coordonnent les grands traits du relief terrestre.

» Les fissures que l'on a désignées sous le nom de *joints*, quoique de dimensions en général moindres que les failles, ont été aussi remarquées depuis longtemps, soit à cause de leur grand nombre, soit surtout dans les cas où elles s'entrecoupent, par systèmes parallèles et assez réguliers pour simuler une cristallisation. Ces dispositions, que l'on a nommées *pseudo-régulières*, à cause de cette ressemblance, se rencontrent dans des roches de natures

variées : tels sont particulièrement le quartzite, le grès quartzeux, les phyllades, le calcaire, la houille et le granite, où les parallélépipèdes sont souvent rectangulaires. Il n'est pas rare que les joints permettent de diviser indéfiniment la roche en polyèdres de plus en plus petits, de manière à rappeler ce qui arrive dans le clivage des cristaux proprement dits.

» Quelque nombreuses que soient les études dont les failles ont été de toutes parts l'objet, tant dans leurs formes que dans leur mode de groupement, la cause de ces grandes fractures est encore inconnue.

» La même ignorance règne sur l'origine des joints. Les explications qu'on a essayé d'en donner peuvent se rapporter à trois : une sorte de cristallisation, un retrait, des actions mécaniques ([1]).

» La première supposition repose principalement sur l'uniformité surprenante qu'offrent les parallélépipèdes déterminés par les joints et qui les ont fait comparer à des cristaux ou plutôt à des clivages cristallins.

» Divers géologues ont attribué la formation des joints à un simple retrait, par analogie avec la cause qui a produit les colonnades prismatiques si régulières que présentent souvent les basaltes et d'autres roches éruptives. Mais on ne voit pas aujourd'hui la contraction produire des dispositions régulières semblables à celles dont il s'agit, et notamment des systèmes de fissures parallèles qui conduisent à des parallélépipèdes.

» C'est avec plus de fondement qu'on a attribué à des actions mécaniques les joints de la catégorie de ceux qui nous occupent. Dans beaucoup de contrées, les joints se rattachent, en effet, par divers intermédiaires, aux failles proprement dites. Toutefois, jusqu'à présent, on n'a pu formuler non plus que des conceptions très-vagues sur leur cause.

» Le trait caractéristique qui se manifeste dans ces innombrables fissures de l'écorce terrestre, c'est un parallélisme, lequel se reproduit dans les grandes et dans les petites fractures, dans les failles comme dans les joints.

II. — Expériences ayant pour but d'imiter les traits caractéristiques des joints et des failles.

» L'analogie qui montre dans les joints une sorte de diminutif des failles faisait espérer que le problème général pouvait être abordé expérimentalement, bien que ces dernières surfaces de rupture dépassent souvent des dizaines de kilomètres.

([1]) Parmi les publications relatives aux joints, il convient de citer particulièrement celles de MM. Sedgwick, de la Bêche, John Phillips, Haughton, Harkness, Jukes, William King.

» Je ne parlerai pas de nombreux essais que j'ai faits pour arriver, par voie de retrait ou de contraction, à obtenir des systèmes de fissures parallèles, parce qu'ils n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Un autre procédé, que j'ai également employé, consiste à se servir d'un mouvement ondulatoire qui brise une plaque très-mince à travers laquelle il se propage.

» Lorsqu'on soumet à une forte pression une pierre taillée en forme de cube, on sait qu'elle a une tendance à se briser suivant des pyramides. Cependant les pierres dites dures peuvent donner des fissures perpendiculaires au plan de pression et souvent à peu près parallèles entre elles. Mais il y a encore loin de ce résultat aux faits géologiques qui viennent d'être rappelés.

» Ce qui m'a guidé, c'est l'idée préconçue qu'en infléchissant une plaque mince, d'abord plane, de manière à lui donner la forme d'une surface réglée, on arriverait à la briser suivant des lignes droites, qui seraient en rapport avec les génératrices de cette nouvelle surface.

» Pour les nouvelles recherches dont je vais rendre compte, notre savant confrère, M. Tresca, a continué à m'accorder un concours bien précieux, avec une obligeance pour laquelle je me fais un plaisir et un devoir de lui témoigner ici toute ma gratitude. Je tiens également à adresser à M. Alfred Tresca, ingénieur civil, l'expression de mes vifs remercîments.

» Une plaque de la substance à examiner, en forme de rectangle très-allongé, est saisie par l'un de leurs petits côtés, entre deux mâchoires de bois serrées à vis, qui forment comme un étau; l'autre extrémité est encastrée dans un tourne-à-gauche, où elle est également calée avec une interposition de carton. En faisant mouvoir le tourne-à-gauche autour d'un axe horizontal, on détermine une torsion qui ne tarde pas à provoquer une rupture.

» Une première série d'essais faits sur des plaques de gypse, ayant 12 millimètres d'épaisseur, a donné un petit nombre de cassures; cependant, dans certains cas, ces cassures avaient une tendance marquée à être parallèles entre elles, tandis que d'autres leur étaient à peu près perpendiculaires.

» Avec les plaques de glace, les essais ont été plus significatifs. Ces plaques avaient 80 à 90 centimètres de longueur, avec une largeur variant de 35 à 120 millimètres, et une épaisseur de 7 millimètres. Pour chaque expérience, la plaque était enveloppée de papier collé, qui empêchait les fragments produits de se séparer : sans cette précaution, il eût été bien difficile de constater la disposition des fractures.

» Dans chacune de ces plaques rectangulaires de glace, il se produit, en même temps que la *rupture*, des fissures en grand nombre.

» Malgré leurs courbures et inflexions, ces fissures présentent, dans leur ensemble, une disposition dans laquelle on ne tarde pas à distinguer une régularité tout à fait géométrique. Cette régularité ressort surtout si l'on se place à quelque distance de la plaque ou si, au lieu de considérer une plaque unique, on en considère une série, de manière à prendre en quelque sorte une moyenne de résultats.

» 1° Les fissures dont il s'agit consistent en surfaces gauches, de formes assez variées, dont les traces sur les grandes faces de la plaque, que nous désignerons ici sous le nom d'*affleurements*, s'éloignent peu d'une ligne droite.

» Les traces ou affleurements des fissures ont une tendance évidente au parallélisme.

» 2° De plus, les fissures se groupent suivant deux directions ou systèmes, qui sont également inclinés sur l'axe. Ces deux systèmes, que l'on peut qualifier de *conjugués*, constituent ainsi un réseau, dont les mailles sont plus ou moins serrées, suivant les plaques; on y aperçoit beaucoup de croisements en losanges.

» En général, les deux systèmes conjugués se croisent sous des angles très-ouverts, dont la valeur paraît dépendre des dimensions relatives des deux côtés de la plaque; cet angle, qui est quelquefois voisin de l'angle droit, se réduit, dans d'autres cas, à 70 degrés et au-dessous.

» 3° Les intersections ou nœuds formés par les fissures principales de ce réseau ont une tendance à se répartir, suivant des droites parallèles, aux grands bords de la plaque. Dans les conditions où l'on a opéré, lorsque ces droites ne sont qu'au nombre de deux, elles sont ordinairement à une faible distance des bords; lorsqu'elles sont au nombre de trois, l'une d'elles se confond avec la ligne médiane ou neutre, et les deux autres sont symétriques par rapport à elle. Les dessins en zigzag, qui correspondent à chacun de ces deux types, sont très-réguliers.

» 4° Si l'on considère la surface de chacune de ces fissures dans la manière dont elle est inclinée sur les grandes faces, on voit que pour une même fissure la ligne de plus grande pente est très-variable. Dans une même fissure, la ligne de plus grande pente ou le *plongement* varie de sens, c'est-à-dire qu'un observateur couché sur son affleurement verrait l'inclinaison à droite du côté de sa tête et à gauche du côté opposé. C'est aussi ce

qui arrive souvent dans les failles. L'inclinaison varie également beaucoup : elle peut atteindre au moins 50 degrés de chaque côté de la verticale ([1]).

» Toutes ces circonstances géométriques se trouvent approximativement représentées, si l'on considère la surface de ces fissures comme un paraboloïde ou comme un plan gauche.

» 5° Dans certains groupes de fissures, il est une sorte de parallélisme qui se manifeste non-seulement pour leurs traces, mais aussi pour les surfaces elles-mêmes : une série de fissures, six ou huit ou davantage, voisines les unes des autres, participent à ce parallélisme.

» 6° Sur certaines parties, au lieu d'une fissure unique, il s'est formé un faisceau de fissures formant un éventail peu ouvert; on en voit plusieurs partir d'un point unique et comprises sous un angle de moins de 20 degrés.

» 7° Parmi les fissures dont il vient d'être question, il en est, mais en petit nombre, qui ont déterminé la séparation complète ou une véritable *cassure*. Pour la plupart il y a encore adhérence; ce sont de simples fissures présentant elles-mêmes plusieurs types. Tantôt elles traversent la plaque sur toute sa longueur ; tantôt, coupées et déviées par d'autres fissures, elles n'occupent qu'une partie de la plaque ; tantôt l'une de leurs extrémités n'atteint ni les bords, ni une autre fissure et se perd dans la masse ; tantôt ces fissures sont tout à fait intérieures, c'est-à-dire qu'elles n'atteignent nulle part la surface de la glace.

» Les fissures appartenant à ces divers types, et particulièrement les plus courtes et les plus fines, ainsi que les cassures proprement dites, sont soumises aux conditions générales de parallélisme qui viennent d'être énoncées.

» Les fissures partielles du second type sont souvent brisées comme par échelons, dont chacun correspond à une intersection avec une fissure plus développée : cette série d'échelons est ainsi disposée en escalier.

» 8° En examinant avec attention certaines plaques de glace, on reconnaît parfois à la surface des lignes droites très-fines, comme des traits de burin, qui sont parallèles à des fissures et souvent plus régulières que ces dernières; elles correspondent à des fêlures excessivement fines; la réflexion qui s'opère sur leurs parois les fait apercevoir, à peu près comme il arrive dans certains cristaux très-clivables. Ce sont des indices d'un *clivage*, dont

---

([1]) Près des bords de la plaque, la fissure se rapproche ordinairement de la position normale.

on peut constater directement l'existence par le choc; il fait naître alors des *faces planes et parallèles*, et ordinairement perpendiculaires aux plaques.

» 9° J'ajouterai que, quand on examine attentivement chacune de ces fissures, on y distingue de petites inégalités imitant des stries parallèles, que l'on peut comparer à de petits mouvements ondulatoires qui auraient été fixés ou figés. Ces inégalités, qui sont placées vers les bords des cassures, ont tout à fait leurs analogues dans certains quartz du Brésil.

» Dans la déformation par torsion, dont on vient de voir les résultats, chaque fibre longitudinale prend la forme d'une hélice et chacune des grandes faces de la plaque de plane devient gauche. Au moment de la rupture, l'angle de torsion ne dépasse pas 20 degrés.

» Déjà Coulomb, puis Savart, avaient étudié expérimentalement les faits relatifs à la torsion; mais ces savants étaient restés au-dessous de la limite d'élasticité. C'est également dans ces conditions que notre confrère M. de Saint-Venant a abordé le problème par une savante analyse; aussi la régularité géométrique des faces de rupture, par l'effet de la torsion, ne paraît-elle pas avoir été observée. Enfin M. Wertheim, dans ses importantes recherches sur l'élasticité, avait étudié la torsion et même la rupture du prisme, sans aborder la question de plaques minces.

» Dans une Communication prochaine, je présenterai des déductions de ces expériences, en ce qui concerne l'histoire des joints et des failles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le récent tornado d'Ercildoun* (comté de Chester, Pennsylvanie). Note de M. **Faye**.

« L'été dernier a été marqué, aux États-Unis, par de nombreux désastres de ce genre. Le tornado du 20 juin a presque entièrement détruit Mont-Carmel (Illinois); celui du 8 juillet a ruiné à peu près Pensaukee, dans le Wisconsin; le même jour Pittston, du Massachusets, a terriblement souffert d'un phénomène analogue. Le 1er juillet, le comté de Chester (Pa), a été ravagé en partie par un autre tornado.

» On croyait naguère que ces phénomènes étaient des raretés, fort curieuses sans doute, mais tout à fait exceptionnelles et sans rapport avec la constitution normale de notre atmosphère. Nous savons aujourd'hui que les gyrations plus ou moins étendues constituent, au contraire, la forme la plus générale et la plus constante des grands mouvements atmo-

sphériques qui se font sentir jusqu'à nous. Les trombes et les tornados étant, sous une dimension restreinte et parfaitement accessible à l'observation, identiques aux cyclones si fréquents des bourrasques et des tempêtes, il faut s'attacher à les suivre jusqu'aux moindres détails; rien n'est indifférent dans cette étude qui, par une révolution remarquable de la Science, est aujourd'hui le point culminant de la Météorologie théorique et pratique.

» Voici les détails du tornado du 1er juillet; je les dois à l'obligeance d'un professeur de Chicago, M. de la Fontaine, qui a bien voulu m'adresser une description fort intéressante publiée par l'une des victimes, M. Richard Darlington Jr., chef d'institution à Ercildoun (1). M. Darlington s'exprime à peu près ainsi :

« Le 1er juillet, vers le milieu de la journée, le temps était lourd et chaud, thermomètre 92° F., baromètre 29p,6. On avait peine à respirer (2). Vers 3 heures, on entendit un grondement sourd dans le sud-ouest. Je crus à un simple orage, mais un membre de ma famille m'appela pour me montrer, par une fenêtre de l'ouest, un énorme nuage sombre, pendant du ciel sous la forme conique d'un entonnoir; il arrivait sur nous à grand bruit et en tournoyant avec violence. Je fis aussitôt descendre mes gens à l'étage inférieur, et bien m'en prit, car, un instant après, notre établissement était attaqué par le tornado, comme par deux ou trois batteries d'artillerie. Cela dura moins d'une minute. Je me hasardai alors à sortir pour me rendre compte de la situation. Le toit de l'établissement avait disparu et le quatrième étage était rasé. De notre maison d'habitation, nouvellement et solidement construite à peu de distance et à peine terminée, il ne restait que les murs des caves, encore étaient-ils en partie détruits. Il n'y avait plus de trace de la grange; l'écurie et la remise avaient subi le même sort. Les chevaux avaient trouvé le moyen de fuir, mais la vache avait été lancée sur une hauteur voisine et était restée morte sur le coup. Les porcs avaient été roulés dans la boue et blessés; l'un d'eux expirait sous mes yeux. Cinquante poules gisaient sans vie sur le sol. Les arbres étaient brisés ou arrachés; les murs de clôture renversés. Dans toutes les directions le sol était jonché de poutres et de branches d'arbres, de débris de toute sorte. Les propriétés voisines n'avaient pas moins souffert. Nous sûmes bientôt que sur presque toute la route du cyclone, longue d'environ 8 lieues, une foule d'habitations, grandes ou petites, avaient été détruites. Il s'éleva de tous côtés une telle clameur de désolation et de détresse que les habitants épargnés par le fléau durent se réunir pour ouvrir immédiatement une souscription, afin de venir en aide aux victimes. Cette effroyable catastrophe fut bien vite connue dans le comté; des visiteurs affluèrent de toute part, même avant la fin de la soirée; des repor-

(1) Full Description of the great Tornado in Chester County, West Chester, Penn'a, 1877.

(2) On pourrait croire, d'après cela, à un calme complet, mais M. Edwin Walton, qui a parfaitement observé le phénomène, déclare qu'il régnait vers 2 heures un vent fort du sud-ouest.

ters de journaux, des photographes, etc., vinrent examiner et dessiner les lieux. L'émoi était si grand dans tout le pays, que pendant plus de trois semaines les routes étaient littéralement obstruées par les véhicules des curieux, des pillards ou des personnes désireuses d'apporter du soulagement à nos misères. »

» M. R. Darlington et un de ses amis, déjà cité, M. Edwin Walton, se chargèrent de faire une enquête en règle et d'estimer les pertes. Les faits suivants furent constatés sur des plans levés à la boussole :

« 1° La trace de ce météore a varié de largeur de 100 à 300 mètres environ. La direction générale était de l'ouest à l'est; plus exactement la première moitié allait vers le S. 75° E.; la seconde moitié vers S. 83° E. Longueur totale 22 milles ou à peu près 9 lieues. La vitesse un peu variable était en moyenne de 12 milles ou 5 lieues à l'heure, c'est-à-dire de $5^m,4$ par seconde.

» 2° Le mouvement gyratoire, extrêmement violent, était dirigé de droite à gauche. Cela résulte de la manière dont les arbres isolés avaient été couchés sur le sol, ainsi que du sens de la projection des débris engagés dans le tourbillon, suivant que le spectateur se trouvait au nord ou au sud du trajet.

» 3° Le bruit produit par le tornado, assez semblable au grondement du tonnerre, s'est fait entendre dès que le nuage conique a été formé et a continué jusqu'à la disparition du phénomène.

» 4° Il n'y a eu ni pluie ni grêle sur la contrée ravagée; cependant il a plu et grêlé par place à quelque distance au nord et au sud du trajet. Le soleil brillait par moments.

» 5° Lorsque le tornado entamait des arbres ou des bâtiments, il s'emparait des débris qu'on voyait tournoyer à sa surface, puis projetés violemment dans toutes les directions. Quant au centre, rempli de poussières, de feuilles, etc., le mouvement était si rapide que l'on n'y pouvait rien distinguer.

» 6° En passant sur une terre ameublie, il soulevait autour de lui une quantité prodigieuse de poussière et laissait derrière lui de profondes excavations.

» 7° Sur une rivière (le Buck-Run), un pont très-solide a été détruit; l'eau a été enlevée en masse et le lit mis à sec.

» 8° Sur un chemin de fer (the Pomeroy and Delaware city Rail-Road), les rails ont été enlevés sur une grande étendue.

» 9° Le tornado a rencontré sur sa route des maisons, des granges, des forêts, des collines et des vallées sans dévier de sa route; du moins, la partie supérieure du cône a-t-elle toujours marché en ligne droite, d'un mouvement régulier. Cependant la partie intérieure (le tube de l'entonnoir) s'inclinait notablement dans différentes directions. Dans les vallées, l'action désastreuse a été encore plus énergique que sur les plateaux.

» 10° Vers la fin de sa course, après Ercildoun, le tornado se releva en l'air et cessa pendant quelque temps d'agir sur le sol. Sur une longueur de près de 3 lieues, aucune action ne s'est produite. Mais il redescendit, sous une forme un peu modifiée, vers Broad-Run, recommença ses ravages et détruisit encore deux propriétés avant de disparaître définitivement.

» Ce qui a frappé le plus les visiteurs, c'est l'action exercée dans la vallée située près de Brinton's Mill. Cette vallée est richement boisée d'arbres probablement séculaires. En un

instant, le tornado s'y est pratiqué une tranchée de 200 mètres de largeur, renversant les arbres par milliers sur le sol, les uns arrachés avec des tonnes de terre et de pierres sur leurs racines, les autres brisés par le milieu du tronc, tous mêlés en sens divers et formant d'inextricables amas. »

» J'ai pris dans cette description les faits observés, écartant les idées particulières qu'ils ont suggérées à l'auteur. On voit qu'il a cherché à se rendre compte du phénomène. Tantôt il attribue le mouvement gyratoire du tornado à la rencontre de deux vents opposés, tantôt à la coexistence de deux aires voisines, l'une de forte, l'autre de faible pression barométrique entre lesquelles l'équilibre tendrait à se rétablir; enfin il a recours à l'électricité à laquelle il ne peut assigner qu'un rôle bien vague, car aucun fait ne semble avoir manifesté ici son intervention. Les affouillements qu'il a rencontrés sur le passage de la trombe lui donnent bien à penser qu'il y avait dans son intérieur un mouvement descendant; mais, en voyant des débris s'élever en l'air, puis transportés à de grandes distances, l'eau des rivières disparaître instantanément comme si elle avait été pompée par une succion énergique, il conclut qu'il devait aussi y avoir un mouvement ascendant dans le tornado, et il explique par l'énorme masse d'air ainsi pompée tout autour de lui l'espèce d'oppression que ressentaient les témoins de ces désastres. Évidemment, les idées courantes, les préjugés populaires à l'endroit des trombes, des tornados et des cyclones dominent sa logique et l'empêchent de remarquer que ces mouvements gyratoires n'agissent pas autrement sur l'eau que sur les terres cultivées que l'auteur n'a pas vu pomper par l'entonnoir, mais dispersées tout autour de lui en poussière épaisse.

» Il n'a pas fait attention que si le tornado, en quittant un plateau, pour franchir une vallée, continuait à exercer ses ravages au lieu d'épargner les lieux bas, c'est qu'il était animé d'un mouvement de descente qui lui faisait atteindre aussitôt le fond de la vallée en prolongeant par le bas cette espèce de colonne tournante qui pendait des nues.

» Plus loin le mouvement gyratoire descendant s'étant affaibli, le tornado a cessé de toucher terre. Il voyageait néanmoins par les airs, dans la même direction, sans causer de dommage; mais, ayant repris des forces, il a atteint de nouveau le sol, sur le prolongement de la trajectoire première, en redescendant, pour ravager comme auparavant. Il est bien certain qu'au contact si violent qui s'opère avec le sol, le mouvement gyratoire régulier est détruit par l'obstacle; mais alors l'air ainsi amené en contact avec le sol rebondit tout autour du cyclone, entraînant avec lui les débris

que celui-ci a faits et qu'il ressaisira un peu plus loin dans sa marche progressive. C'est là le seul mouvement plus ou moins ascendant qui se produise dans ces circonstances. Mais ce mouvement-là est tumultueux; il n'appartient pas aux gyrations régulières du tornado : il lui est entièrement extérieur. C'est dans les terres labourées, les plaines de sable et surtout en mer qu'il se dessine autour du pied des trombes. Celles-ci pénètrent dans l'eau, la chassent violemment de tous côtés, formant tout autour une sorte d'enveloppe confuse de gouttes d'eau ou d'embrun sur mer, de sable dans les déserts, de poussière dans les terres chaudes du Mexique.

» En revanche j'ai trouvé, dans cette remarquable description, des détails qui me semblent donner la raison d'un phénomène fort singulier.

» Il arrive, dans presque tous ces phénomènes, qu'en certains endroits des objets, même assez délicats, ont échappé à la destruction dont tous les autres ont été frappés dans leur voisinage immédiat. Avant d'attaquer le village d'Ercildoun, le tornado avait sévi sur la propriété de J. Brinton; sa grange, son écurie et le porche septentrional de sa maison d'habitation ont été détruits; cette maison, au contraire, a très-peu souffert, tandis que de grands arbres, situés de chaque côté, ont été renversés ainsi que les murs de clôture. Il paraîtrait, dit l'auteur, que le tornado s'est subdivisé dans cet endroit et a suivi deux traces distinctes, bientôt réunies en une seule. On peut voir, dans la description du grand orage de 1788 (1), un phénomène du même genre, mais bien plus marqué et bien plus prolongé. La tendance des mouvements gyratoires à se subdiviser en gyrations partielles, parallèles et accouplées, qui souvent restent séparées, mais souvent aussi se rejoignent et se recomposent en une seule, est bien connue. Lorsque ce phénomène se produit momentanément, on conçoit que les objets en saillie sur le sol, entre deux gyrations presque contiguës, soient épargnés.

» Quoi qu'il en soit, l'Académie verra que l'étude détaillée de ce tornado américain conduit précisément aux mêmes conclusions capitales que nos trombes européennes. Elles peuvent être résumées ainsi : les grands mouvements gyratoires de l'atmosphère naissent dans les courants supérieurs et voyagent avec eux; en même temps, ils se propagent verticalement de haut en bas sous une forme géométrique jusqu'à ce qu'ils atteignent le sol, et, sur ce sol, ils amènent et épuisent la force vive qu'ils ont

---

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877.

emmagasinée, pour ainsi dire, dans les courants supérieurs, et qu'ils ont concentrée dans un espace circulaire de plus en plus étroit, de manière à produire des effets redoutables. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau gisement de l'Adamine.* Note de M. **Des Cloizeaux.**

« L'arséniate de zinc hydraté, nommé *Adamine* par M. Friedel, n'avait été rencontré jusqu'ici qu'en très-minime quantité à Chañarcillo, Chili, et un peu plus abondamment à la mine de la Garonne, située entre Toulon et Hyères, département du Var. A Chañarcillo, l'Adamine s'est montrée en grains cristallins d'un jaune de miel, associés à de l'argent natif, ou en petits cristaux teintés de violet, accompagnant l'embolite verte (¹). A la mine de la Garonne, les cristaux, très-petits, occupent les fentes d'une roche quartzeuse où ils sont accompagnés par de l'olivénite, de la pharmacosidérite, de la Lettsomite (sulfate hydraté de cuivre et d'alumine), de la chessylite et de la malachite. Les plus nets de ces cristaux offrent une teinte rose ou une couleur rouge carmin, qui rappelle celle de l'arséniate de cobalt. Leur aspect est en général celui d'octaèdres rectangulaires aplatis, composés des faces m du prisme rhombique primitif de 91 degrés environ et du biseau a^1, suivant les faces duquel s'obtiennent deux clivages nets se coupant sous l'angle de 107°20'. Les faces a^1 sont toujours très-prédominantes, par suite de l'allongement que les cristaux offrent parallèlement à leur arête d'intersection et à la grande diagonale de la base du prisme primitif. J'ai en outre observé, comme formes subordonnées, les faces g^3, $b^{\frac{1}{2}}$ et e^1. Le plan des axes optiques est parallèle à la base, et la bissectrice *obtuse*, négative, est normale à l'arête d'intersection des faces a^1. Autour de cette bissectrice, les axes optiques montrent dans l'huile une forte dispersion, avec $\rho > \upsilon$.

» Tout récemment, j'ai trouvé un troisième gisement de l'Adamine, parmi les minerais de zinc du Laurium. Ici les cristaux, toujours très-petits (les plus gros que j'aie encore observés n'ont pas plus de 2 à 3 millimètres de longueur), ont une couleur d'un vert de mer ou d'un vert émeraude, qui devient plus foncée à la lumière et qui est due à la présence d'une petite quantité de cuivre. Les cristaux de Laurium sont très-rarement

(¹) *Comptes rendus*, séance du 19 mars 1866.

simples; quelquefois ils sont assemblés en macles de trois individus qui se pénètrent en laissant entre eux des angles rentrants d'environ 60 degrés; mais, le plus souvent, ils se présentent en groupes étoilés se rapprochant de la forme globulaire. Ils sont disséminés et implantés sur certains échantillons d'une Smithsonite cuprifère, fibro-mamelonnée, à surface cristalline, d'une couleur verdâtre ou violacée, et assez fréquemment associés à des mamelons cristallins aplatis, formés par l'enchevêtrement de rhomboèdres aigus, à faces arrondies, d'un carbonate de chaux *zincifère*, blancs ou incolores, plus ou moins transparents et doués d'un vif éclat. D'après MM. Huet et Geyler, à qui la collection du Muséum est redevable des échantillons sur lesquels j'ai reconnu la présence de l'Adamine verte, ces échantillons viennent du puits *Hilarion*, aux mines du Laurium, et tout fait espérer qu'on en retrouvera de nouveaux.

» La forme dominante des cristaux du Laurium est encore un octaèdre rectangulaire; mais cet octaèdre se compose des faces a^1 et g^3, ces dernières étant toujours les plus développées, et l'octaèdre est généralement allongé suivant l'axe vertical de la forme primitive. Les faces m s'observent aussi assez fréquemment en bordures étroites sur les arêtes aiguës du prisme g^3; quoique plus unies que les faces g^3, toujours ondulées, et que les faces a^1, striées horizontalement et parallèlement à leur arête d'intersection, elles ne fournissent, comme ces dernières, que des mesures d'angles approximatives. Les cristaux les moins imparfaits m'ont donné :

	Cristaux du Laurium. Observé.	Cristaux de Chañarcillo. Calculé.
mm avant	= 90°10′ à 91°20′	91°33′
g^3g^3 sur g^1	= 125° à 125°40′	125°38′
mg^3	= 161°50′	161°25′
a^1a^1 sur p	= 107°40′	107°20′

» Un certain nombre de cristaux semblent offrir un biseau plus obtus que a^1, pour lequel on peut admettre :

		Calculé.
$a^{\frac{6}{5}}a^{\frac{6}{5}}$ sur p	= 117° à 118°	117°00′
$a^{\frac{6}{5}}g^3$	= 103° à 103°10′	103°49′

» La bissectrice *aiguë*, positive, est normale à l'arête obtuse des faces g^3. Autour d'elle, les axes optiques sont très-écartés et la petitesse des lames

que j'ai pu obtenir sur les cristaux les moins enchevêtrés ne m'a permis de constater dans l'huile qu'un angle approximatif de $2H = 100°$ à $108°$ (rayons rouges). Leur dispersion est très-forte avec $\rho < \upsilon$.

» Sous le rapport chimique, l'Adamine du Laurium se comporte comme celle de Chañarcillo, sauf la présence du cuivre qu'il est facile d'y reconnaître. Ainsi, un cristal vert, fondu sur une coupelle de Lebaillif avec du sel de phosphore, au feu d'oxydation, produit d'abord un verre d'une couleur vert bleuâtre; mais, si l'on ajoute un peu d'étain, en chauffant à la flamme réductive, l'essai est coloré en noir intense par l'arsenic réduit à l'état métallique (1). Chauffée dans le matras, avec un mélange de charbon et de carbonate de soude, la substance fournit un anneau d'arsenic très-prononcé. Au chalumeau, elle décrépite faiblement et se transforme en un émail blanc verdâtre. Elle se dissout facilement dans les acides, et l'ammoniaque ajoutée lentement à la dissolution en précipite l'oxyde de zinc, qui se redissout dans un excès d'alcali.

» M. Damour, qui a publié en 1868 l'analyse des cristaux de la mine de la Garonne, découverts par MM. Gori et de Boutiny, a fait voir qu'ils contenaient à la fois de l'arséniate de cuivre et de l'arséniate de cobalt, auquel ils doivent leur couleur rouge plus ou moins prononcée (2). »

Note à l'occasion du procès-verbal de la dernière séance; par M. **Pasteur**.

« J'ai le regret de dire à l'Académie que M. Trécul, au lieu de se borner à reproduire seulement ce qu'il avait dit dans la dernière séance, y a ajouté de nombreux commentaires qui ont porté à deux pages entières des *Comptes rendus* les quelques observations qu'il avait faites au cours de cette séance.

» Je ne me plains pas de ces additions faites après coup et qui ne m'ont pas été communiquées par M. Trécul, car je suis prêt à le suivre dans toutes ses assertions concernant mes recherches; seulement les additions dont je parle exigent de ma part une réponse complémentaire.

---

(1) Ce moyen d'essai sur une très-petite quantité de matière, indiqué autrefois par M. Damour, ne peut naturellement s'appliquer qu'aux arséniates dont la base n'est pas réduite par l'étain.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVII, séance du 7 décembre 1868.

» Voici comment je m'exprimais, le 30 mars 1861, devant la Société philomathique :

« Depuis MM. Turpin et Kutzing, les botanistes sont à peu près unanimes à considérer la levûre de bière comme une forme de développement de divers végétaux inférieurs, notamment du *Penicillium glaucum*. Les études à ce sujet qui paraissent avoir eu le plus de faveur dans ces dernières années appartiennent à MM. Wagner, Bail, Berkeley, Hoffmann.... Il m'a été impossible de voir la LEVURE DE BIÈRE se transformer en une mucédinée quelconque, et réciproquement. Je n'ai pu arriver à faire produire aux mucédinées vulgaires la plus petite quantité de LEVURE DE BIÈRE ».

» Les Mucédinées vulgaires étudiées dans mon travail de 1860, travail qu'on retrouverait dans les archives de la Société philomathique, et qui n'a été publié que par extrait dans son Bulletin, étaient surtout le *Mucor*, le *Penicillium glaucum*, mucédinées qui avaient fait particulièrement le sujet des études des quatre naturalistes que je viens de nommer : Wagner, Bail, Berkeley, Hoffmann; Bail, entre autres, ne s'était occupé que des *Mucor* vulgaires.

» Il y a deux choses dans le travail de Bail: d'une part le passage d'un *Mucor* à une levûre, de l'autre l'affirmation que cette levûre est de la levûre de bière; c'est ce second point seulement du travail de Bail que, en 1860, j'ai nié être exact, rectification qui a été confirmée par M. Trécul, huit années après moi. Contrairement à ce qu'affirme M. Trécul, je n'ai jamais nié le passage d'un *Mucor* en levûre alcoolique; je le répète, ce que j'ai nié, c'est la transformation d'un *Mucor* et du *Penicillium glaucum*, et en général des moisissures communes, en levûre de bière, ainsi que le démontrent les citations que je viens de faire de mon travail de 1860.

» M. Trécul termine en disant « que j'ai élevé une barrière entre les » levûres et les moisissures ». M. Trécul se trompe encore sur ce point : non-seulement je n'ai jamais établi de barrière entre les levûres et les moisissures ; le premier, au contraire, j'ai signalé les conditions véritables d'un lien physiologique étroit entre les moisissures et les ferments proprement dits.

» Voici ce qu'on lit, en effet, dans le *Bulletin de la Société chimique*, séance du 28 juin 1861 :

« En résumé, la levûre de bière se comporte absolument comme une plante ordinaire, et l'analogie serait complète si les plantes ordinaires avaient pour l'oxygène une affinité qui leur permît de respirer à l'aide de cet élément enlevé à des composés peu stables, auquel cas, suivant M. Pasteur, on les verrait être ferments pour ces matières.

» M. Pasteur annonce qu'il espère réaliser ce résultat, c'est-à-dire rencontrer des conditions dans lesquelles certaines plantes inférieures vivraient à l'abri de l'air en présence du sucre, en provoquant alors la fermentation de cette substance à la manière de la levûre de bière ».

» Ces prévisions ont été amplement justifiées depuis 1860 par moi et par d'autres, et notamment encore, dans la dernière séance, par les publications de MM. Müntz et Gayon. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther; conséquences vraisemblables du fait qui sert de base à la Théorie mécanique de la chaleur.* Note de M. **Favé**.

« La chaleur est un mouvement et la température d'un corps mesure une force vive : telle est, dans son essence, la grande découverte dont je continue ([1]) de rechercher les conséquences en dehors des considérations sur lesquelles les géomètres ont basé leurs calculs.

» Tout gaz incandescent qui a la propriété de rayonner une raie brillante possède aussi celle de l'absorber, et il transmet, sans l'affaiblir très-sensiblement, toute lumière qu'il n'émet pas.

» Cette loi me paraît se prêter à une explication un peu différente de celle que M. Stokes a donnée. Chaque raie brillante émise par un gaz incandescent résulte de vibrations exécutées par les éléments de la matière pondérable. Ces vibrations produisent dans l'éther des ondes qui se transmettent jusqu'à la rétine. La longueur d'onde qui dépend de la durée de la vibration détermine la couleur de la lumière. Lorsque ce même gaz, faisant partie de l'atmosphère solaire, est rencontré par les ondes de l'éther qui proviennent du noyau solaire, il laisse passer dans ses interstices occupés par l'éther celles qui ne sont point en concordance avec les siennes, tandis qu'il absorbe les ondes synchrones. La force vive des ondes absorbées est employée à augmenter l'amplitude des vibrations et, par conséquent, l'éclat des couleurs auxquelles elles donnent naissance. Comment alors se fait-il que la vibration ainsi accrue donne une raie obscure? C'est que la force vive ajoutée à la matière gazeuse, dont la masse est très-considérable par rapport à celle de l'éther, ne suffit pas, dans la circonstance, pour que la vibration

([1]) Voir les *Comptes rendus* des séances du 25 septembre 1876 et du 30 avril 1877.

accrue donne une onde, c'est-à-dire une lumière, aussi intense que celle *qui viendrait* directement du Soleil si le gaz n'existait pas. L'obscurité est ici un fait relatif. Si nous supposons que le gaz traversé par les ondes provenant du noyau solaire augmente graduellement de température, les raies qui le caractérisent deviendront moins obscures et finiront par s'effacer complétement; la température du gaz augmentant encore, on verrait les raies reparaître, chacune avec la couleur qui lui est propre; ensuite leur éclat deviendrait de plus en plus brillant.

» Pour moi, l'émission et l'absorption de la chaleur rayonnante par un gaz sont deux propriétés corrélatives. Dans l'émission, les vibrations de la matière font naître les ondes de l'éther qui se propagent à travers l'espace; dans l'absorption, les ondes de l'éther font augmenter l'amplitude des vibrations synchrones qu'exécutent les éléments de la matière pondérable; dans les deux cas, il y a échange de force vive entre la matière et l'éther. Je suis ainsi amené à considérer chaque gaz incandescent comme étant caractérisé par un système de vibrations qui ont des durées différentes. Le noyau solaire doit produire lui-même un très-grand nombre de vibrations différentes, pour donner naissance à la grande quantité d'ondes qui s'étalent juxtaposées dans son spectre.

» L'échelle des mouvements vibratoires de la matière du Soleil ne comprend pas seulement les ondes capables d'impressionner la rétine : elle s'étend, en outre, des deux côtés du spectre, jusqu'à des limites qui ne sont pas encore bien fixées. Il y a des vibrations infra-lumineuses qui ne sont pas assez rapides pour impressionner la rétine et des vibrations ultra-lumineuses qui le sont trop.

» On peut se faire une idée de l'action réciproque de deux corps placés en face l'un de l'autre; chacun des deux fait naître dans l'éther des ondes dont la longueur est déterminée, et chacun choisit pour augmenter l'intensité de ses vibrations les ondes qui le frappent en concordance avec les siennes. La faculté de produire des ondes est pour chaque corps une propriété absolue, mais l'influence d'un corps sur l'autre est une propriété relative.

» Si la vapeur d'eau, placée à distance de certains corps métalliques, en absorbe la chaleur, cela montre que, parmi les vibrations constitutives de la vapeur d'eau, il y en a de synchrones avec les ondes calorifiques. Si les vapeurs odorantes, sous une très-faible densité, absorbent la chaleur encore mieux que la vapeur d'eau, c'est qu'elles ont plus de

vibrations synchrones avec les ondes calorifiques qui leur arrivent. On peut même conjecturer de là que la sensation de l'odorat provient de l'action exercée sur les nerfs par ces vibrations ou par leurs ondes. Les gaz diffèrent beaucoup l'un de l'autre dans la faculté d'absorber la chaleur. Le pouvoir absorbant du gaz ammoniac ayant été trouvé 1195 fois plus grand que celui de l'oxygène, nous en concluons que le gaz ammoniac a beaucoup de vibrations infra-lumineuses et que le gaz oxygène en a très-peu. L'hydrogène et l'azote, se comportant comme l'oxygène à l'égard des ondes calorifiques, doivent avoir comme lui très-peu de vibrations infra-lumineuses. Qu'il y ait des gaz peu transparents à la lumière, qui laissent passer les ondes calorifiques seules, et d'autres gaz qui laissent passer les ondes lumineuses en arrêtant les ondes calorifiques, cela n'est plus difficile à expliquer; les premiers ont des vibrations dont la durée correspond aux ondes lumineuses, mais qui n'atteignent pas à l'intensité nécessaire pour impressionner la rétine; les seconds ont des vibrations infra-lumineuses. Celles-ci varient de durée tout comme les premières et le mot de *chaleur*, qui n'a jusqu'ici exprimé qu'un mouvement vibratoire représentant une force vive plus ou moins grande, doit être considéré comme embrassant un très-grand nombre de vibrations plus ou moins rapides.

» Un fil de platine chauffé à blanc, dans le vide, par un courant magnétique, s'éteint quand on introduit le gaz hydrogène. Cela indique que ce gaz a un grand nombre des vibrations qui produisent la lumière du métal incandescent. Les vibrations du gaz augmentent sans doute d'intensité aux dépens du platine qui cesse d'être lumineux. Si le platine était en quantité suffisante, l'hydrogène acquerrait lui-même la propriété lumineuse, alors qu'un autre gaz, l'oxygène par exemple, placé dans les mêmes circonstances, ne l'aurait pas.

» La couleur inhérente à un corps solide, celle qu'il émet sous l'influence de la lumière diffuse, dépend du système de ses vibrations, envisagées au point de vue de leur intensité comme de leur durée, et aussi des ondes de la lumière ambiante qui viennent le frapper. Le corps émet lui-même des ondes dont l'intensité décroît rapidement à mesure qu'elles s'éloignent de la surface, puisque à $\frac{1}{100}$ de millimètre cette intensité peut être cent fois plus grande qu'à la distance de $\frac{1}{10}$ de millimètre; ceci devra entrer en considération pour expliquer les effets de la réflexion que Fresnel a observés sur le tranchant d'une lame métallique. Nous distinguons donc trois causes qui concourent à déterminer la couleur d'un corps : ses vibra-

tions, les ondes de l'éther plus ou moins intenses qui en résultent, les ondes de l'éther qui viennent le frapper. On comprend ainsi que le corps devra changer de nuance ou même de teinte toutes les fois que l'influence de l'un ou de l'autre des trois éléments viendra à varier.

» La transparence d'un gaz résulte de ce que l'éther constitutif, interposé entre ses éléments, se laisse traverser par des ondes dont la vitesse est seule modifiée. Il en est de même pour les solides et les liquides amenés à une épaisseur suffisamment mince. Alors aussi les vibrations de la matière accrues par les ondes de la lumière incidente exercent leur influence sur l'effet produit. La couleur perçue par l'œil est le résultat de plusieurs effets simultanés, dans lesquels entrent l'effet des ondes provenant directement de l'objet vu par transparence et celui des ondes produites par les vibrations du corps transparent renforcées par les ondes qu'elles ont absorbées.

» Les corps solides deviennent complétement opaques, pour la plupart, sous une épaisseur qui n'est pas grande, et nous pouvons nous l'expliquer par un effet de voiles superposés. Un premier voile n'empêchera pas de voir nettement les objets et néanmoins on arrivera, par la superposition de plusieurs voiles, à une opacité complète. S'il est facile de s'expliquer l'opacité des corps solides, il est beaucoup moins aisé de se rendre compte des causes qui donnent la transparence aux corps solides ou liquides qui en sont doués. La difficulté consiste à comprendre comment les éléments du corps solide, qui sont en vibration, en viennent à ne produire aucun effet sur la vue et à disparaître entièrement. Pour que l'effet soit tel qu'on l'observe, il faut que les ondes de l'éther frappent l'œil comme si le corps transparent n'existait pas. Je reviendrai plus tard sur ce sujet avec de nouvelles données.

» Un corps qui jouit de la transparence pour les ondes lumineuses ne se laisse pas toujours pour cela traverser par les ondes infra-lumineuses. L'eau distillée, placée dans une auge en verre sur une épaisseur de 8 millimètres, suffit pour arrêter complétement la chaleur rayonnante d'une boule de cuivre sombre. Cela s'explique si l'eau a des vibrations synchrones avec celles du cuivre amené à la couleur sombre; car l'eau s'échauffera de tout le mouvement emprunté aux ondes de l'éther émises par le cuivre. Le bisulfure de carbone, qui est transparent à la lumière, s'échauffe sous l'action d'une boule de cuivre remplie d'eau chaude : il a donc certaines des vibrations infra-lumineuses du cuivre amené à la température de l'eau chaude.

» Un morceau de verre coloré en rouge prendra par transparence une belle teinte rouge quand il sera traversé par une lumière blanche ou par une lumière rouge d'intensité convenable; cet effet provient de ce que le verre a absorbé les ondes du rouge, qui sont en concordance avec le mouvement vibratoire dont il est animé. Le même morceau de verre diminuera beaucoup l'éclat d'une lumière rouge d'une très-grande intensité. La diminution d'éclat résulte de ce que le mouvement des ondes du rouge a été absorbé par les éléments du verre coloré, éléments dont la masse est trop considérable par rapport à celle de l'éther, pour que les vibrations de la matière donnent aux ondes autant d'intensité que quand elles viennent directement à travers l'air. On peut s'expliquer ainsi comment certains corps auront par transparence une couleur autre que leur couleur propre, puisque la transparence peut changer l'intensité des ondes de certaines couleurs, et par conséquent modifier l'effet résultant.

» Quand on fait tomber sur un ruban rouge la partie rouge du spectre, le ruban acquiert un éclat rouge plus vif. Quand on fait tomber sur le même ruban le vert du spectre, il devient noir comme du jais. Dans le premier cas, les vibrations de la matière du ruban sont renforcées par les ondes synchrones du spectre solaire; dans le second cas, les vibrations du ruban ne reçoivent aucune onde synchrone : le ruban se trouve dans la même situation que pendant la nuit. On peut déjà conclure de là que la vision de l'homme cesse non pas parce qu'il n'y a plus du tout d'ondes lumineuses, mais dès que les ondes lumineuses n'ont plus l'intensité nécessaire pour impressionner la rétine. La sensibilité de l'œil a ses limites comme celle de l'oreille; les ondes qu'il perçoit ont une longueur et une intensité dont l'échelle est déterminée. Nous reviendrons aussi sur ce sujet.

» La distinction à faire entre les vibrations de différentes durées qui engendrent des ondes calorifiques de différentes longueurs donne l'explication des effets qui distinguent les chaleurs provenant de diverses sources. Tandis que le sel gemme a laissé passer 92, 3 pour 100 de la chaleur provenant soit d'une lampe Locatelli, soit du platine incandescent, soit du cuivre à 400 degrés, soit du cuivre à 100 degrés, le verre a laissé passer 39 pour 100 de la chaleur provenant de la lampe Locatelli, 24 pour 100 de la chaleur du platine incandescent, 6 pour 100 de la chaleur du cuivre à 400 degrés, et zéro pour 100 de la chaleur du cuivre à 100 degrés. La glace laisse passer 6 pour 100 de la chaleur provenant de la lampe Locatelli, 0,5 pour 100 de la chaleur provenant du platine incandescent, et zéro

pour 100 de la chaleur du cuivre à 400 degrés comme à 100 degrés. La transparence de certains corps en dissolution présente des faits qui méritent une attention particulière. Les dissolutions des sels d'erbium traversées par un faisceau lumineux, qui est ensuite décomposé par un spectroscope, donnent huit bandes obscures, deux dans le rouge, quatre dans le vert et deux dans le bleu. Or les positions de ces huit bandes obscures coïncident exactement avec celles des huit bandes lumineuses que donne l'erbine incandescente quand elle a été placée dans la flamme non éclairante d'un bec de gaz. Les sels de didyme présentent la même propriété en donnant des raies différentes de celles de l'erbium. Les raies obscures sont dues à des vibrations dont les amplitudes augmentent aux dépens des ondes synchrones contenues dans la lumière; mais il y a ici un résultat tout nouveau, car les expériences montrent que l'erbium et l'erbine conservent à froid, dans leurs sels mis en dissolution, certaines vibrations qui les caractérisent à l'état d'incandescence. »

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction des gaz.* Extrait d'une Lettre de M. **Cailletet** à M. H. Sainte-Claire Deville.

« Voici l'expérience que je viens de faire; elle n'a peut-être pas une bien grande importance, puisque le principe est trouvé; mais je me hâte de vous la communiquer, parce qu'elle me semble prouver que la liquéfaction des gaz, dits *incoercibles*, n'est pas aussi difficile qu'on le croit généralement.

» J'ai enfermé dans le tube de verre de mon appareil à pression de l'air sec et dépouillé d'acide carbonique, j'ai refroidi avec du protoxyde d'azote la partie supérieure du tube *seulement*.

» Quand la pression a été de 200 atmosphères, j'ai vu couler sur les parties inférieures du tube des *filets* sans aucun doute liquides. Ils semblaient très-agités. L'éther, en coulant dans un tube, produit le même effet.

» Lorsque ces filets arrivaient au contact du mercure qui se trouvait alors à quelques centimètres au-dessous du réfrigérant, ils semblaient rebrousser chemin. J'ai comprimé jusqu'au moment où le mercure allait pénétrer dans l'appareil réfrigérant; ce point était déjà très-froid, à en juger par le dépôt de glace qui se formait sur le tube. La pression était de 255 atmosphères. Les filets liquides augmentaient sensiblement et devenaient bien plus visibles.

» J'ai porté enfin la pression à 310 atmosphères. Le mercure était au

contact de la partie du tube refroidie par le protoxyde d'azote, il était gelé; J'ai enlevé alors rapidement l'appareil réfrigérant, et j'ai vu le sommet de la colonne de mercure recouverte de givre; c'était sans doute de l'air gelé. J'ai cru même voir un liquide pendant un instant, au moment où le mercure allait reprendre l'état liquide. »

» M. H. Sainte-Claire Deville donne la description détaillée de l'appareil de M. Cailletet, en faisant remarquer que sa nouvelle disposition lui permet d'employer un tube extérieur aussi capillaire et par suite aussi résistant qu'on peut le désirer, de fermer ce tube par un bouchon de mercure gelé, en augmentant la pression ou déplaçant l'appareil réfrigérant, enfin d'observer à loisir le phénomène. On comprend facilement l'importance d. ces modifications si ingénieuses à un appareil aussi simple et aussi facile à manier sans danger aucun. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances solaires, pendant le premier semestre de l'année* 1877; par le P. Secchi.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, comme je l'ai fait jusqu'ici, les tableaux de nos observations des protubérances solaires, pendant le premier semestre de l'année 1877. Ces tableaux ayant été dressés d'après les mêmes principes que ceux des périodes précédentes, je me contente de les donner sans aucune explication nouvelle.

Tableau I. — *Comparaison entre les taches et les protubérances du Soleil pendant le 1er semestre 1877.*

Numéros d'ordre des rotations.	Date approchée du commencement des rotations.	Protubérances. Nombre des protubérances dans l'hémisphère nord.	sud.	Nombre des jours d'observation.	Nombre total des protubér. divisé par le nombre de jours.	Taches. Nombre de groupes des taches.	Superficie des taches.	Nombre des jours d'observation.	Superficie divisée par le nombre de jours.
LXXVI......	30 déc. 1876.	18	22	7	5,7	5	296	15	19,1
LXXVII.....	26 janv. 1877.	40	37	13	5,9	5	64	16	4,3
LXXVIII....	23 février.	28	31	12	4,9	5	90	14	6,4
LXXIX......	22 mars.	22	15	9	4,1	4	53	17	3,1
LXXX.......	19 avril.	31	24	10	5,5	7	107	14	7,6
LXXXI......	16 mai.	60	35	19	5,0	4	191	23	8,3

TABLEAU II. — *Résumé des observations des protubérances solaires du 1er semestre 1877.*

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.									SOMMES.		NOMBRE TOTAL par jour.	JOURS d'observations.
	90° à 80°.	80 à 70.	70 à 60.	60 à 50.	50 à 40.	40 à 30.	30 à 20.	20 à 10.	10 à 0.	0° à 10°.	10 à 20.	20 à 30.	30 à 40.	40 à 50.	50 à 60.	60 à 70.	70 à 80.	80 à 90.	Nord.	Sud.		
Nombre des protubérances.																						
LXXVI.....	1	2	1	3	3	1	3	3	1	3	2	2	3	5	4	1	1	1	18	22	5,7	7
LXXVII....	3	3	1	3	11	3	4	6	4	6	3	8	6	6	3	2	2	1	40	37	5,9	13
LXXVIII....	4	1	.	1	4	5	6	5	2	5	4	5	4	8	3	.	2	.	28	31	4,9	12
LXXIX.....	.	1	1	2	4	2	2	6	4	1	1	1	2	3	3	1	1	2	22	15	4,1	9
LXXX......	3	.	4	2	6	2	4	7	3	4	4	2	5	2	5	2	.	.	31	24	5,5	10
LXXXI.....	5	5	3	6	10	5	8	8	10	3	4	6	7	5	5	3	1	1	60	35	5,0	19
Totaux...	16	12	10	19	38	18	27	35	24	22	18	24	27	29	23	9	7	5	199	164	5,2	70
Hauteur des protubérances.																			Somme moyenne.		Moy.	
LXXVI.....	5,0	4,5	4,0	5,5	6,5	5,0	5,5	6,5	4,0	6,2	6,5	4,5	7,7	5,5	3,7	5,0	4,0	4,0	5,2	5,2	5,2	
LXXVII....	4,0	4,3	4,0	4,7	7,5	7,3	6,6	5,5	4,5	6,3	5,7	8,2	7,5	5,7	5,2	6,5	4,0	4,0	5,4	5,9	5,6	
LXXVIII....	4,0	6,0	.	8,0	6,1	7,3	5,0	6,9	7,5	8,1	5,7	7,0	7,5	6,1	5,0	.	4,0	.	6,3	6,2	6,2	
LXXIX.....	.	5,0	5,0	6,0	10,0	5,0	9,0	8,2	5,1	6,0	11,0	8,0	5,0	6,5	4,7	4,0	5,0	4,5	6,6	6,1	6,3	
LXXX......	4,0	"	4,0	6,5	5,8	3,5	5,7	6,2	8,5	5,5	5,3	6,5	6,4	5,5	5,2	5,0	.	.	5,5	5,6	5,5	
LXXXI.....	4,1	4,1	4,0	6,2	7,6	6,1	7,6	4,8	5,3	6,0	6,1	5,2	4,1	6,1	6,5	3,7	4,0	5,0	5,5	5,2	5,3	
Moyennes.	4,2	4,8	4,2	6,1	7,2	5,7	6,6	6,3	5,8	6,3	6,7	6,6	6,0	5,9	5,0	4,8	4,2	4,4	5,6	5,7	5,7	
Largeur des protubérances.																						
LXXVI.....	10,0	2,0	1,0	3,3	4,5	2,0	4,0	5,5	2,0	4,2	3,5	1,5	4,7	3,2	1,7	1,0	4,0	2,0	3,9	2,9	3,4	
LXXVII....	6,5	7,0	10,0	6,0	5,0	5,3	3,6	6,3	5,0	5,9	2,7	6,3	5,7	5,6	3,0	5,5	4,5	5,0	6,1	4,9	5,5	
LXXVIII....	7,5	2,0	.	2,0	4,5	5,6	3,3	7,2	4,0	7,0	4,0	4,3	6,8	5,1	3,5	.	2,5	.	4,5	4,7	4,6	
LXXIX.....	.	1,0	5,0	6,0	7,6	4,0	4,5	4,3	8,5	3,0	10,0	1,0	3,5	5,0	2,7	4,0	4,0	1,5	5,1	3,9	4,8	
LXXX......	7,0	.	5,5	4,0	3,3	4,5	6,7	5,6	5,0	4,7	4,6	3,5	3,2	2,5	4,7	4,5	.	.	5,2	4,0	4,6	
LXXXI.....	5,7	6,7	8,0	3,5	5,4	4,7	5,2	3,3	3,3	4,5	3,8	2,1	2,8	3,1	4,9	2,7	1,0	2,0	5,1	3,0	4 0	
Moyennes.	7,3	3,7	6,1	4,1	5,0	4,3	4,6	5,4	4,6	4,9	4,8	3,1	4,4	4,1	3,4	3,5	3,2	2,6	5,0	3,9	4,5	
Aire des protubérances.																			Somme.		Total.	
LXXVI.....	50,0	8,5	8,0	20,5	32,0	10,0	32,0	47,0	8,0	22,7	19,0	6,5	41,2	21,5	6,5	5,0	16,0	8,0	216,0	146,4	362,4	
LXXVII....	26,0	28,3	40,0	28,5	37,4	40,0	28,0	29,5	21,0	34,3	14,7	50,0	45,5	34,7	17,5	42,0	18,0	20,0	278,7	276,7	555,4	
LXXVIII....	30,0	12,0	.	16,0	31,8	44,5	18,8	49,0	32,5	60,3	23,2	36,0	55,3	33,4	19,0	.	10,0	.	234,6	237,2	471,8	
LXXIX.....	.	5,0	25,0	42,0	76,0	18,0	52,0	36,2	44,5	18,0	110,0	8,0	18,0	33,0	13,5	16,0	20,0	6,5	298,7	243,0	541,7	
LXXX......	28,0	.	22,0	29,0	22,7	16,0	40,2	39,2	49,5	29,2	24,3	25,0	22,3	14,0	25,4	21,0	.	.	246,6	161,2	407,8	
LXXXI.....	23,5	28,0	32,0	22,7	47,5	29,6	35,3	17,0	23,3	27,5	24,6	11,8	11,9	19,6	30,1	10,5	4,0	10,0	258,9	146,0	404,9	
Moyennes.	31,5	16,3	25,4	26,4	41,2	26,4	34,4	36,3	29,8	32,0	35,9	22,9	32,4	26,0	18,6	18,9	13,6	11,1	255,6	201,8	457,3	
Facules. Étendue en degrés de circonférence.																						
LXXXI.....	.	.	.	.	.	.	6,2	8,6	5,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20,7	.	20,7	
LXXX......	.	.	.	.	.	2,0	7,7	6,8	2,0	6,9	4,5	.	.	.	.	.	.	.	18,5	11,4	29,9	
LXXIX.....	.	.	2,0	5,0	.	3,0	4,7	6,5	6,5	3,3	3,3	.	.	.	.	.	.	.	27,7	6,6	34,3	
LXXVIII....	.	.	.	.	.	.	2,0	5,7	1,0	3,6	3,5	.	.	.	.	.	.	.	8,7	7,1	15,8	
LXXVII....	.	.	.	.	2,0	3,0	.	5,2	4,2	6,8	2,0	.	.	.	.	.	.	.	14,4	8,8	23,2	
LXXVI.....	.	.	.	.	.	5,0	3,0	3,9	2,0	2,2	4,2	.	.	.	.	.	10,0	.	13,9	16,4	30,3	
Moyennes.	.	.	2,0	5,0	2,0	3,2	4,7	6,1	3,6	4,5	3,5	.	.	.	.	.	10,0	.	17,3	10,1	25,7	

Le P. Secchi, en adressant à l'Académie un exemplaire de l'ouvrage, en italien, qu'il vient de publier sous le titre : « Les étoiles; essai d'Astronomie sidérale », accompagne cet envoi de la lettre suivante :

« Dans cet ouvrage, j'ai recueilli les résultats les plus intéressants dont s'est enrichie la Science, tant par les recherches physiques que par les recherches de précision.

» Après une introduction destinée à mettre ces recherches à la portée des personnes qui n'ont point une instruction spéciale, j'analyse les résultats obtenus par l'uranométrie et par la spectroscopie, avec les développements que demande surtout cette dernière partie. Les groupes stellaires et les nébuleuses ont été dessinés d'après nos observations et nos mesures; on y trouvera souvent des figures bien différentes de ces formes traditionnelles qui ont été reproduites jusqu'ici dans les ouvrages.

» Pour ce qui concerne les étoiles doubles, les spectres des étoiles, les groupes d'étoiles, les nébuleuses, on trouvera de nombreux catalogues qui pourront servir à l'amateur pour s'instruire lui-même sur le ciel, et pour tirer ainsi de ce livre le meilleur parti possible.

» J'ai joint à l'ouvrage une courte Notice sur les observations de Saturne, que je viens de reproduire d'après mes anciennes publications, à propos de la publication faite par M. Trouvelot. On verra que les changements signalés par lui dans la planète avaient déjà été signalés en partie par nous, et que les autres sont au moins douteux : il convient d'attendre que la planète puisse être observée dans des conditions plus favorables. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la téléphonie*. Note de M. **Bréguet**.

« Pendant que MM. Garnier et Pollard répétaient en France les expériences de M. Edison, M. Salet, du laboratoire de M. Wurtz, était arrivé, dans la même voie, à des résultats qui intéresseront peut-être l'Académie.

» Il avait déjà, en inversant l'application du principe de M. Edison, constitué un téléphone fondé sur les variations de conductibilité au contact entre un morceau de graphite et une ou plusieurs pointes mousses métalliques. Ses expériences avaient aussi porté sur différents corps médiocrement conducteurs, entre autres le charbon de cornue.

» A l'aide de cette dernière substance, M. Salet, en la faisant communiquer par un large contact avec la membrane vibrante, a obtenu de

notables variations d'intensité dans le courant d'une pile, variations plus considérables qu'avec les graphites.

» Il est donc permis d'espérer que c'est encore là un résultat qui doit amener à la réalisation d'un téléphone à plus grande intensité. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Étude du spectre solaire ultra-violet;* Mémoire de M. A. Cornu.

« L'étude des radiations solaires est l'une des branches les plus fécondes de l'optique et l'une des sources les plus précieuses de nos connaissances sur la constitution du Soleil. Bien que cette étude ait été déjà poussée fort loin par des physiciens éminents, elle offrira encore longtemps un champ fertile d'explorations et conduira à des points de vue nouveaux et à des rapprochements inattendus. C'est ce qui ressortira, je l'espère, du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Ce travail est la continuation du beau Mémoire d'Angström sur le *Spectre normal du Soleil* et son extension au delà du spectre visible, auquel le savant suédois s'était arrêté. Il comprend toute la partie ultra-violette de ce spectre; il est résumé par deux planches faisant suite à l'Atlas d'Angström, dans le même format et à la même échelle.

« J'ai divisé ce travail en deux Parties : la première comprenant la portion du spectre ultra-violet observable avec les spectroscopes ordinaires des laboratoires munis d'objectifs et de prismes en verre; elle s'étend depuis le violet extrême, c'est-à-dire depuis la raie h' ($\lambda = 410,10$), jusqu'à la raie O ($\lambda = 343,97$); le reste des radiations est absorbé par la matière même des objectifs et des prismes. La planche qui résume ce travail a paru dans les *Annales de l'École Normale*, t. III, 1874.

» La deuxième Partie, résumée par une planche dont j'ai l'honneur de mettre les dessins sous les yeux de l'Académie, s'étend depuis la raie O jusqu'à l'extrémité ultra-violette observable photographiquement à l'aide d'un spectroscope dont les objectifs sont en quartz et le prisme en spath d'Islande : cette limite correspond à la raie U ($\lambda = 294,80$).

» Les raies sombres du spectre solaire sont, comme dans l'ensemble du Mémoire, rangées suivant l'échelle *normale*, c'est-à-dire par ordre de longueur d'onde. J'ai été assez heureux pour étendre d'une manière notable la partie déjà décrite de ce spectre. Les déterminations des longueurs d'onde des raies principales n'ont pas été sans présenter de grandes difficultés, à cause de la faiblesse des radiations de grande réfrangibilité. J'ai toutefois réussi à obtenir celles des raies O, P, Q, R, *r* et S avec la lumière solaire directe, en opérant par réflexion sur un réseau tracé sur verre.

» Pour les radiations plus réfrangibles, trop faibles dans la lumière solaire pour être utilisées dans ces déterminations, après m'être assuré de la coïncidence des raies sombres de cette région du spectre solaire avec les raies du spectre de l'étincelle du fer (cette coïncidence peut s'établir qualitativement avec une perfection bien supérieure à l'approximation des mesures), j'ai déterminé les longueurs d'onde de ces raies avec la plus grande facilité.

» Voici les valeurs qui ont servi de repères pour la construction des planches de la deuxième partie du spectre ultra-violet :

Raie O......	$\lambda = 343,97$	Raie r.....	$\lambda = 314,42$
P......	335,93	S_2.....	309,95
Q......	328,49	T.....	301,97
R......	317,90	U.....	294,80

» Les valeurs relatives aux quatre premières raies s'accordent très-bien avec celles de M. Mascart, dont j'ai d'ailleurs adopté les notations jusqu'à la raie S; au delà la faiblesse de l'impression photographique, qui avait empêché M. Mascart de pousser plus loin que R la détermination des longueurs d'onde, se fait sentir dans le dessin que cet habile physicien a donné comme résumé de son travail, du moins dans la partie voisine de la limite observable.

» Ainsi déjà la raie S donnée comme simple est au moins double; aussi ai-je préféré adopter comme repère la grosse raie immédiatement contiguë; elle est cependant triple, mais elle est très-précieuse, parce que ses trois composantes sont égales et équidistantes; de plus elle correspond exactement à une raie très-brillante du spectre de la vapeur de fer, qui, dans l'arc électrique, se résout en trois raies excessivement nettes. En nommant S_2 ce groupe, il n'y aura aucune confusion possible.

» Quant à la raie T, qui forme la limite de la région observée par M. Mascart, je n'ai pu établir avec certitude la correspondance de son dessin avec mes clichés; j'ai donc donné ce nom à une très-grosse raie double dont l'importance est plus considérable, et qui a de plus l'avantage, comme la raie S_2, de correspondre à une raie double très-brillante du spectre de la vapeur de fer.

» Enfin, à la limite de la région que j'ai pu observer, se rencontre une raie sombre correspondant aussi à une raie importante du fer, et pour laquelle je propose provisoirement la dénomination de U.

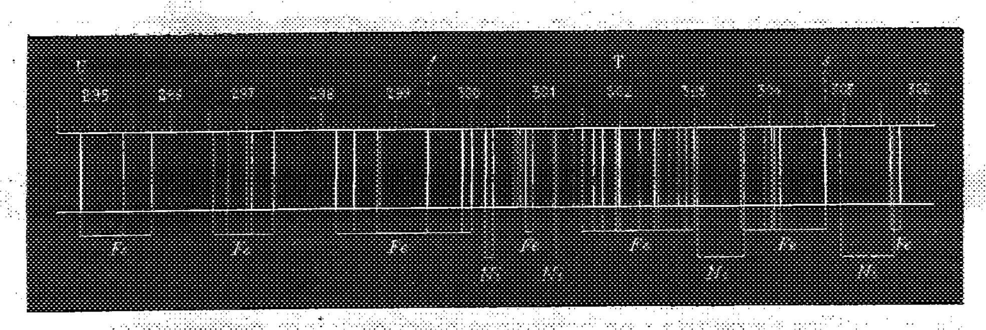
» Pour rendre plus claire cette description de la partie nouvelle du spectre ultra-violet, voici un dessin comprenant les raies simples principales, celles qui donnent à cette partie du spectre sa physionomie propre.

» Cette figure est extraite du dessin détaillé dont il a été question plus haut; elle commence à la raie que je propose de nommer s, à cause de la facilité avec laquelle elle se distingue des autres entre les raies S et T, et se termine à la limite de visibilité du spectre solaire.

» Cette limite ne dépend plus, comme dans le cas des spectroscopes ordinaires construits en crown-glass ou en flint-glass, du pouvoir absorbant des milieux transparents employés, puisque l'appareil est construit en quartz et en spath d'Islande. On s'en assure aisément par l'observation photographique des radiations brillantes des spectres métalliques dont la ré-

frangibilité s'étend extrêmement loin. Pour fixer les idées, on sait qu'avec un prisme de *spath d'Islande* (rayon ordinaire) d'un angle de 60 degrés, on peut observer des radiations déviées de plus de 70 degrés; avec les radiations solaires, les impressions photographiques cessent d'être visibles pour une déviation d'environ 60 degrés.

» D'où vient cette limitation du spectre solaire dans la région ultra-violette? Une série d'études préliminaires m'a permis de reconnaître la cause de cette limitation spontanée du spectre solaire et de déterminer les conditions les plus favorables à l'extension de cette limite. Cette cause n'est autre que l'absorption atmosphérique; il suffit, en effet, d'observer méthodiquement l'impression photographique du spectre solaire ultra-violet pendant toute une journée pour reconnaître que l'étendue du spectre varie dans le même sens que la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. L'expérience montre que le maximum d'étendue se présente entre 11 heures du matin et 1ʰ30ᵐ de l'après-midi.



» Comme on devait s'y attendre, c'est à l'époque du solstice d'été qu'on obtient le *maximum maximorum* d'étendue du spectre : c'est par des observations effectuées à cette époque de l'année que j'ai pu étendre jusqu'à la raie U la description du spectre représenté ci-dessus; mais ce qu'on ne pouvait guère prévoir, c'est l'étendue du spectre qu'on obtient encore en hiver, même dans l'atmosphère embrumée de Paris, à l'époque du solstice d'hiver; des clichés obtenus récemment ont donné, un peu après midi, des impressions photographiques qui atteignent presque la raie T.

» Il résulte de ces faits la conséquence très-curieuse, qu'à égalité de hauteur du Soleil le spectre solaire observé est incomparablement plus étendu en hiver qu'en été.

» Ce résultat s'explique d'une manière très-simple, si l'on attribue à la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère le pouvoir absorbant qui limite le spectre solaire ultra-violet. En effet, la quantité de vapeur d'eau contenue

par mètre cube dans l'atmosphère est beaucoup plus grande en été qu'en hiver. Si l'on adopte l'état hygrométrique moyen 0,75, la pression moyenne 760 millimètres, la température zéro pour le solstice d'hiver et 30 degrés pour la température moyenne à midi au solstice d'été, on trouve respectivement $3^{gr},6$ et $25^{gr},0$, c'est-à-dire qu'il existe près de sept fois plus de vapeur d'eau dans les basses régions de l'atmosphère terrestre en été qu'en hiver.

» Cette action de la vapeur d'eau sur les radiations solaires a d'ailleurs été invoquée par plusieurs physiciens (Angström, Janssen) dans l'étude du spectre visible, pour l'explication des raies et bandes désignées quelquefois sous le nom de *raies atmosphériques*. Dans le spectre ultra-violet, cette absorption ne paraît pas localisée sous forme de raies ou de bandes; l'action est continue sans maxima appréciables.

» Il reste à dire quelques mots des autres perfectionnements expérimentaux qui m'ont permis d'aller plus loin que mes devanciers, comme étendue du spectre et comme finesse de détails; en voici l'énumération :

» 1° La substitution d'un prisme à réflexion totale en quartz, au miroir métallique de l'héliostat;

» 2° Le calcul rationnel des courbures des lentilles de quartz du spectroscope, par la condition de donner le minimum d'aberration pour une grande ouverture angulaire $(\frac{1}{10})$;

» 3° L'égalité d'épaisseur et le signe contraire du pouvoir rotatoire des deux lentilles de quartz : on compense ainsi certaines aberrations;

» 4° La perfection de taille des faces du prisme de spath d'Islande;

» 5° L'emploi d'une lentille de quartz concentrant les rayons solaires sur la fente du spectroscope : cette addition, loin de troubler les images, comme cela a lieu lorsque l'aplanétisme des diverses parties du spectroscope, ou leur réglage optique, n'est pas très-complet, apporte un accroissement considérable dans l'intensité des impressions photographiques et une grande perfection de détails, parce qu'on peut resserrer la fente sans cesser d'avoir l'éclat nécessaire à la formation des clichés.

» Cette description des raies sombres du spectre solaire a été complétée par l'étude comparative des raies brillantes des vapeurs métalliques : les résultats obtenus me paraissent d'un grand intérêt au point de vue de l'Astronomie physique. Je demanderai à l'Académie la permission de lui exposer ces résultats, qui se rapportent à un ordre d'idées tout autre, dans une prochaine Communication. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *De la fertilité des terres volcaniques.* Mémoire de M. **Truchot**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« .... Il me semble permis de conclure que le Dr Gavazzi, en attribuant la fertilité des matières vomies par les volcans aux doses de silice, d'alumine, d'oxyde de fer, de chaux, de magnésie et de potasse que l'analyse y a constatées, a négligé de considérer l'élément le plus important de tous, l'acide phosphorique, que les auteurs des analyses n'avaient point déterminé.

» Je prendrai la liberté, en terminant, de reproduire l'une des conclusions auxquelles m'a conduit un premier travail sur les terres d'Auvergne (1) :

« L'acide phosphorique est l'élément principal de la fertilité des terres d'Auvergne; les sols volcaniques doivent en grande partie leur supériorité à une proportion notable de cet acide phosphorique, rendu d'ailleurs plus facilement soluble et assimilable par la présence de la chaux. »

M. J. **Sabaté** adresse une Note où il fait connaître les résultats favorables qu'il a obtenus sur des vignes d'une importance notable par l'écorçage de la vigne, pour la destruction des œufs d'hiver du Phylloxera, au moyen du gant de son invention.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Correc**, M. **Lanusse** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. V. **Auzenat** adresse une Note concernant un système de correspondance télégraphique avec les trains en marche.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Eynard** adresse une Note relative à la théorie du tourniquet hydraulique.

(Commissaires : MM. Desains, Tresca.)

(1) *Annales agronomiques*, t. I, 1875.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Rapport rédigé par M. *Barral*, sur le Concours d'irrigation ouvert dans le département de Vaucluse, en 1876.

CHIMIE. — *Liquéfaction de l'hydrogène;* par M. **Raoul Pictet**.

Dépêche à M. Dumas.

Genève, le 11 janvier 1878.

« Hydrogène liquéfié hier. 650 atmosphères et 140 degrés de froid, solidifié par évaporation; jet couleur bleu acier intermittent, projection violente de grenaille sur le sol avec bruit strident très-caractéristique; hydrogène solide conservé plusieurs minutes dans le tube. « Raoul Pictet. »

Lettre à M. Dumas.

Genève, le 11 janvier 1878.

« J'ai la satisfaction de vous communiquer le résultat d'une expérience faite jeudi soir, 9 janvier, consistant dans la liquéfaction et la solidification de l'hydrogène.

» Je me suis servi exactement des mêmes appareils que pour la liquéfaction de l'oxygène. J'ai employé le protoxyde d'azote, au lieu d'acide carbonique.

» Pour obtenir l'hydrogène sous pression, j'ai employé la décomposition du formiate de potasse par la potasse caustique. Le dégagement d'hydrogène se fait sans aucune trace d'eau, et le résidu n'est pas volatil, deux conditions essentielles pour permettre des observations rigoureuses. La température de la réaction est bien définie et ne s'est point élevée. L'hydrogène s'est dégagé avec une régularité parfaite. La pression a atteint 650 atmosphères avant de devenir stationnaire. Le dégagement de l'hydrogène correspondait à 252 litres à zéro. Le froid était de —140 degrés environ (je n'ai pas encore fait la réduction de la mesure de la température). Lorsque j'ouvris le robinet de fermeture, l'hydrogène liquide sortit avec véhémence de l'orifice, en faisant entendre un son aigu de sifflement. Le jet eut une couleur bleu-acier et fut complétement opaque sur une longueur d'environ 12 centimètres. Au même moment, on entendit sur le sol un crépitement semblable au bruit que fait de la grenaille qui tombe à terre,

et le sifflement se transforma en un bruissement très-particulier, ressemblant à celui que fait entendre un morceau de sodium jeté sur l'eau.

» Presque aussitôt, le jet devint intermittent, et l'on sentit des secousses dans le robinet à chaque sortie.

» La pression baissa, durant ce premier jet, de 650 atmosphères à 370. Après la fermeture, la pression baissa graduellement durant plusieurs minutes, jusqu'à 215 atmosphères, puis elle remonta lentement jusqu'à 225, où elle fut de nouveau stationnaire. Je rouvris le robinet, mais le jet sortit d'une manière si intermittente, qu'il était évident que la congélation de l'hydrogène s'était opérée dans le tube. Cette hypothèse fut démontrée par la sortie progressive de tout l'hydrogène, lorsque j'eus arrêté les pompes et la production du froid. Voici comment je m'explique cette différence entre ces résultats et ceux que j'ai obtenus pour l'oxygène.

» L'hydrogène a un poids atomique 16 fois plus faible que celui de l'oxygène; donc la chaleur latente de l'hydrogène liquide doit être certainement 10 fois plus forte que celle de l'oxygène.

» Dès que le robinet de sortie est ouvert, le liquide emmagasiné dans le tube s'évapore en partie, et absorbe une telle quantité de chaleur, par ce changement d'état, que le reste se solidifie dans le tube, même avant d'avoir été chassé au dehors.

» Pendant plus d'un quart d'heure, nous eûmes des décharges successives d'hydrogène par l'orifice du tube.

» Le brouillard produit par la détente du gaz au commencement de l'expérience descendait jusqu'à terre; mais il cessa complétement dès que le jet devint intermittent, ce qui correspondait à la congélation de l'hydrogène dans l'intérieur du tube.

» Il est impossible de confondre le brouillard vésiculaire du gaz avec l'apparence du jet liquide que l'on voit au début de l'expérience. Ces diverses apparences sont nettement tranchées et ne donnent lieu à aucune équivoque.

» Je connais le volume du résidu, qui n'est que du carbonate de potasse, et je pourrai, dans une prochaine expérience, déterminer la densité de l'hydrogène liquide ([1]). »

([1]) Je me propose de publier tous ces documents dans le numéro de janvier des *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

MÉCANIQUE. — *Sur la question des conditions spéciales au contour des plaques élastiques.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

« Le dissentiment qui s'est produit entre M. Maurice Levy et moi (*Comptes rendus*, 31 décembre 1877, p. 1277), au sujet des plaques élastiques minces, me paraît tenir à ce que nous ne poursuivons pas le même but. M. Levy semble s'être proposé, en effet, non pas, comme moi, d'étudier en elle-même la question des plaques élastiques, mais de résoudre un problème d'Analyse où l'on demanderait de satisfaire précisément aux conditions aux limites auxquelles Poisson s'est arrêté.

» En réalité, et tel qu'il se présente naturellement, le problème de l'équilibre d'une plaque élastique mince, sollicitée sur son cylindre contournant par des pressions extérieures quelconques, est inabordable à l'Analyse, comme l'est celui des tiges élastiques et comme le sont à peu près tous les problèmes d'application des Mathématiques aux choses réelles. Quand on pose de tels problèmes, ce n'est donc pas en vue de les résoudre d'une manière absolument rigoureuse, c'est pour chercher, parmi toutes les petites altérations relatives qu'on peut faire subir aux diverses quantités qu'on y considère, *données* ou *résultats*, celles qui suppriment les complications et qui rendent la question accessible. En particulier, dans le problème des plaques minces fléchies, *ce n'est pas deux ou trois conditions au contour qui se présentent, mais une infinité*, puisqu'il y a égalité entre la pression intérieure, *aux divers points* de chaque génératrice du cylindre contournant, et la pression extérieure, qui peut être une fonction quelconque de la coordonnée correspondante z. L'effort tranchant, le couple de torsion et le couple de flexion, auxquels M. Levy réduit, *sans le moindre essai de démonstration*, toutes ces pressions extérieures, sont en eux-mêmes des *fictions, qu'il aurait dû discuter avant de s'en servir*.

» C'est précisément cette discussion, dont il s'est dispensé, que j'ai faite au moyen du principe général, *incontesté*, énoncé dans ma Note du 17 décembre 1877 (*Comptes rendus*, p. 1157), et d'après lequel, *lorsque deux systèmes de forces extérieures, appliquées dans une même région de dimensions comparables à l'épaisseur de la plaque, ont même résultante et même moment total, les déformations qu'ils produisent respectivement aux divers points de la plaque en équilibre sont à fort peu près les mêmes, si ce n'est dans la région d'application et un peu autour* (1). J'ai montré que, grâce à ce principe, et si l'on

(1) Le principe incontesté dont je parle et qu'emploient, tacitement ou non, tous ceux

consent à négliger des perturbations sensibles près du bord seulement, les vraies forces extérieures s'exerçant sur le cylindre contournant peuvent être remplacées par d'autres quelconques, *pourvu que celles-ci donnent, en chaque point du contour, le même couple total de flexion et la même somme de l'effort tranchant et de la dérivée du couple de torsion prise le long du contour s.* De toutes les conditions au contour, en nombre infini, *il n'y en a donc que deux,* relatives, l'une aux couples de flexion, l'autre à la somme de l'effort tranchant et de la dérivée en s du couple de torsion, *qui restent les mêmes quand on change les forces extérieures de manière à ne pas modifier leurs effets généraux sur la plaque. Voilà pourquoi ces deux conditions définies ont une importance exceptionnelle,* pourquoi le couple de flexion, d'une part, la somme de l'effort tranchant et de la dérivée en s du couple de torsion, d'autre part, deviennent des *réalités* pour le physicien, tandis que l'effort tranchant et le couple de torsion pris séparément restent des *fictions* sans valeur. Or, ces deux conditions peuvent toujours être satisfaites au moyen des intégrales classiques, bien connues depuis les travaux de Navier, Poisson, Cauchy, etc., dans lesquelles les déformations élastiques ∂, g varient beaucoup plus rapidement suivant le sens des z ou de l'épaisseur que suivant les sens des x et des y, ou encore dans lesquelles l'état de la plaque entière est défini par celui de son feuillet moyen et par des composantes, suivant les x, y, des pressions exercées sur les éléments plans parallèles aux z, variables linéairement en fonction de z [1]. Le problème proposé, à trois coordonnées x, y, z, se trouve ainsi ramené à un problème *déterminé* bien plus simple, à deux coordonnées x, y seulement.

» Il est vrai qu'en se permettant les substitutions indiquées on néglige

---

qui font usage de la théorie de l'élasticité des solides, est ainsi énoncé dans la Note du 17 décembre 1877 : *Des forces extérieures qui se font équilibre sur un solide élastique, et dont les points d'application se trouvent tous à l'intérieur d'une sphère donnée, ne produisent pas de déformations sensibles à des distances de cette sphère qui sont d'une certaine grandeur par rapport à son rayon.*

(1) Dans ces solutions classiques, les moments de torsion ne sont pas du tout nuls sur le cylindre contournant, et quand bien même ils le seraient (comme il arrive effectivement dans d'autres solutions, pour une plaque dont le cylindre contournant ne supporte que des pressions partout normales au contour du feuillet moyen), ces couples de torsion ne s'annuleraient pas pour cela sur les cylindres fictifs menés dans la plaque parallèlement au cylindre contournant, comme M. Levy l'avance par mégarde dans sa Note. Il ne suffit pas qu'une fonction continue de x, y s'annule sur tout un contour fermé, pour qu'elle s'annule aussi à l'intérieur de ce contour.

sciemment des perturbations, pouvant être très-sensibles sur le bord, là où les déformations ∂, g, varient aussi vite dans les sens des x, y que dans le sens des z; de même que, dans les théories de la flexion et de la torsion des tiges, on néglige des déformations exceptionnelles qui ont lieu sur de petites longueurs à partir des extrémités. Mais *M. Levy néglige précisément des perturbations du même ordre* quand, au lieu de tenir compte des vraies pressions extérieures appliquées aux divers points de chaque génératrice du cylindre contournant, il les suppose réparties le long de celle-ci d'une certaine manière très-spéciale et les compose ensemble *comme si la génératrice était rigide*. Poisson, dont l'autorité lui a suffi pour s'en tenir à trois conditions au contour, aurait poussé jusqu'au bout la réduction ou *fusion* de celles-ci, si on lui avait montré qu'il s'arrêtait juste un pas avant d'avoir atteint le but [1] : car, en bonne logique, il faut, ou garder les vraies conditions au contour, en nombre infini, et renoncer à traiter le problème, ou les réduire assez pour le simplifier autant que sa nature le comporte, c'est-à-dire assez pour le transformer en un problème *déterminé* à deux coordonnées x, y. En s'imposant *artificiellement* une condition de trop, M. Levy introduit sans profit aucun dans ses intégrales, à côté des termes classiques qui représentent des déformations affectant le feuillet moyen, d'autres termes compliqués, négligeables à quelque distance du bord (comme je l'ai démontré directement dans ma Note du 17 décembre 1877), *et qui n'ont en général aucun sens physique, même près du bord où ils sont sensibles*. Ce n'est, en effet, que pour des modes très-spéciaux (jamais réalisés) d'application des forces extérieures le long des génératrices du cylindre contournant, que les termes complémentaires dont il s'agit représentent les perturbations produites près du contour. Hors de ce cas, ils ne constituent qu'une des solutions que comporte un problème d'Analyse, savoir le problème où l'on se propose de trouver les modes de déformation d'une plaque pour lesquels les couples de torsion et les efforts tranchants sont deux fonctions arbitraires de la coordonnée s du contour. J'ai indiqué, à la fin de ma Note du 17 décembre, une infinité de solutions de ce problème *essentiellement indéterminé*. »

---

(1) Et il n'aurait eu, pour cela, rien à *supprimer* de ce que j'appelle *son analyse*, c'est-à-dire des différents calculs qu'il a faits pour obtenir l'équation indéfinie de l'équilibre, les expressions de l'effort tranchant, des couples de torsion et de flexion, etc. Le point discuté porte sur la partie synthétique de son Mémoire, sur ce qui doit être saisi par intuition et non sur des détails analytiques.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une application industrielle du théorème de Gauss, relatif à la courbure des surfaces.* Note de M. **Maurice Levy**, présentée par M. Tresca.

« En concourant, il y a quelque temps déjà, sous la haute direction de M. Belgrand, à certaines expériences entreprises sur la demande d'un industriel de Paris, M. Richard, j'ai remarqué que M. Richard faisait, dans cette circonstance, sans s'en rendre compte, une application des plus ingénieuses du théorème de Gauss sur l'invariance du produit des courbures d'une surface que l'on déforme sans altérer les longueurs des lignes qui y sont tracées.

» Une application industrielle *immédiate* d'un tel théorème m'a paru mériter d'être connue et répandue.

» Il est très-facile d'emboutir des feuilles minces de tôle, de façon à les rendre légèrement cylindriques ou même de façon à leur donner une légère courbure en tous sens; mais ici il s'agissait, avec une feuille plane, d'obtenir une surface courbe dont la courbure fût *très-prononcée en tous sens*, et cela sans altérer notablement la constitution du métal.

» Voici le procédé qui a été employé et auquel M. Richard avait été amené, par la pratique qu'il a de la fabrication des baromètres anéroïdes.

» On a une feuille de tôle rectangulaire, dont deux arêtes opposées AA' et BB' sont, je suppose, verticales. On l'enroule sur une matrice cylindrique également verticale, de façon que les deux arêtes AA' et BB' viennent se rejoindre et même se recouvrir un peu; on les rattache provisoirement l'une à l'autre.

» On a ainsi un manchon cylindrique très-mince, dont la section droite peut avoir une courbure aussi prononcée qu'on le désire.

» Par un martelage convenable effectué suivant chacune des génératrices de ce manchon, on peut, c'est une opération usuelle, donner à ces génératrices une légère courbure. Il en résulte que le manchon, d'abord cylindrique, aura pris la forme d'une surface de révolution analogue à la surface latérale d'un tonneau.

» Cela fait, on détache l'une de l'autre les deux arêtes AA' et BB' qu'on avait provisoirement reliées entre elles et on les sépare, ce qui, pour peu que la feuille de tôle employée soit mince, peut se faire à la main sans aucun effort, du moins tant que la distance entre ces arêtes ne dépasse pas

une certaine limite (*à partir de cette limite, si l'on voulait augmenter l'écartement, il faudrait, au contraire, des efforts allant croissant très-rapidement*).

» A mesure qu'on sépare ainsi les deux arêtes, on voit les deux extrémités de chacun des méridiens de la surface se rapprocher *considérablement* l'une de l'autre, leurs flèches s'accroître de plus en plus; et, à la fin de l'opération, on a obtenu une surface ressemblant à une portion de tore dont les deux courbures sont l'une et l'autre très-prononcées.

» Ceux qui employaient ce procédé cherchaient dans l'élasticité du métal une explication plus ou moins plausible du phénomène. En réalité l'élasticité y est complétement étrangère. Il se produit là, s'il est permis d'employer cette expression, un phénomène *purement géométrique*, conséquence du célèbre théorème de Gauss rappelé plus haut.

» A la vérité, il semble qu'en déformant une feuille de tôle plane on ne puisse obtenir que des surfaces applicables sur un plan, c'est-à-dire à courbure nulle (*en appelant courbure d'une surface le produit de ses courbures principales*). Ce serait vrai si, pendant aucune des phases de l'opération, on n'avait modifié les longueurs des lignes tracées sur le métal; mais, après avoir formé le manchon cylindrique, par le martelage effectué le long de ses génératrices, on a altéré leurs longueurs. Cette opération, qui produit un allongement permanent, est bien connue; pratiquement, elle l'est depuis longtemps; théoriquement, elle rentre dans les beaux travaux de M. Tresca sur ces matières.

» Par cet artifice, on a obtenu une surface de révolution dont la courbure non-seulement n'est pas nulle, mais peut être aussi grande qu'on le veut; car, si elle est faible dans le sens des méridiens, elle est aussi considérable qu'on le désire dans le sens des parallèles, en sorte que le produit des deux est lui-même susceptible d'acquérir telle valeur qu'on voudra.

» C'est cet artifice qui permet de *gagner une courbure de grandeur quelconque* avec une feuille primitivement plane, qui constitue le point essentiel du procédé employé, procédé, selon nous, excessivement fin et ingénieux.

» Cette courbure une fois *gagnée*, elle se conserve, en vertu du théorème de Gauss, puisque l'écartement des arêtes AA' et BB', n'exigeant pas d'effort sensible, ne modifie pas les longueurs des lignes tracées sur la surface. Et comme, par cet écartement, on diminue la courbure dans le sens des parallèles, il faut bien que celle des méridiens augmente, le produit des deux restant invariable.

» Observons que le même procédé s'appliquerait à des plaques de tôle beaucoup plus épaisses, comme celles employées, par exemple, pour les

coques des navires. Il est vrai qu'alors on ne pourrait plus écarter les arêtes AA′ et BB′ à la main; mais, pour les écarter, il suffirait, en tous cas, d'y appliquer des forces se réduisant à des couples. De telles forces ne modifieraient pas sensiblement les longueurs des lignes tracées sur la surface moyenne de la plaque, et par suite le théorème de Gauss s'appliquerait encore et les mêmes phénomènes se produiraient.

» En rivant ensemble des feuilles ou des plaques ainsi courbées, on doit pouvoir, nous semble-t-il, arriver à former rapidement et sans altération dans les métaux les surfaces les plus compliquées.

» Nous avons dit plus haut que, tant qu'on ne dépasse pas une certaine limite, on peut écarter sans effort les deux génératrices extrêmes AA′ et BB′. Passé cette limite, il faut, au contraire, un effort très-considérable pour accroître même très-peu l'écartement. Cela est si vrai que si, à ce moment, on pose la pièce courbe obtenue sur deux appuis, on peut, même quand la tôle employée est très-mince et par suite le poids de métal très-faible, la charger d'un poids notable sans qu'elle fléchisse beaucoup.

» M. Richard avait eu la pensée de fonder sur cette propriété la construction de poutres de ponts courbes obtenues de cette façon; il pensait que ces pièces seraient bien plus résistantes que celles usitées.

» M. Belgrand, avec son merveilleux sentiment de l'art des constructions, a déclaré immédiatement que cela ne pouvait pas être. M. Tresca, de son côté, n'a pas hésité à dire à ceux qui l'ont consulté que l'application proposée par M. Richard était en contradiction avec les principes de la résistance des matériaux. Cependant, en raison de l'intérêt même que présentait la fabrication de ces pièces et aussi parce que, tout en étant peu résistantes, elles pourraient, dans certains cas, en raison des facilités de contreventement qu'elles offrent, servir à porter des poids morts, des conduites d'eau, par exemple, M. Belgrand fit une expérience comparative entre une telle poutre et une poutre articulée de même poids et de même portée. Cette expérience donna raison à cette double prévision : infériorité notable des nouvelles poutres comme résistance; facilité de les relier de manière à les faire résister aux voilures auxquelles sont exposées les poutres ordinaires de grande hauteur; mais le résultat le plus positif de l'épreuve, c'est le moyen extrêmement simple fourni par le théorème de Gauss, pour fabriquer les plaques métalliques courbes les plus compliquées sans altération dans la résistance de la matière : c'est sur ce procédé et sur son caractère *essentiellement géométrique et éminemment pratique* que nous avons voulu appeler l'attention. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions qui naissent du développement de l'expression* $(1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2)^{-\frac{2l+1}{2}}$. Note de M. ESCARY.

« La formule de Lagrange est une forme particulière de la série de Taylor. Elle est employée pour développer une fonction implicite, suivant les puissances ascendantes d'un paramètre arbitraire. En dehors de l'objet particulier en vue duquel elle avait été obtenue par l'illustre auteur, elle sert, comme on sait, à engendrer, en les mettant sous une forme élégante, des fonctions dont la variable indépendante a un champ de variation limité. Avant que la règle de convergence de cette formule fût connue, les raisonnements employés par les géomètres consistaient à dire qu'on peut toujours prendre le module du paramètre assez petit pour assurer la convergence de la série.

» L'exactitude de ces raisonnements est évidente, quand il n'y a pas de coefficients de la lettre ordonnatrice qui deviennent infinis. Cette dernière difficulté étant écartée, il est naturel de rapprocher ce dernier genre de raisonnement de la règle connue de convergence, et d'en rechercher la signification géométrique.

» A cet effet, nous envisagerons la fonction

$$(1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2)^{-\frac{2l+1}{2}}.$$

» Le développement par la formule de Lagrange de la plus petite des racines de l'équation du second degré

$$u = x + \alpha\frac{u^2 - a^2}{2}$$

donne

$$(1)\qquad (1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2)^{-\frac{2l+1}{2}} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\alpha^n}{2^n\Gamma(n+1)}\frac{d^n(x^2-a^2)^n}{dx^n}.$$

» La série du second membre est convergente dans l'intérieur du cercle de rayon égal à a, tant que l'on a

$$\text{mod.}\,\alpha < \frac{1}{a}.$$

Cette condition de convergence, rapprochée de celle relative au développement de l'inverse de la distance de deux points, montre que le cercle de rayon a est le transformé par *rayons vecteurs réciproques* de celui dont le

rayon est égal à mod. α, le paramètre de la transformation étant l'unité, c'est-à-dire le rayon du cercle de convergence relatif à x dans le développement du potentiel. Le champ de variation de la variable indépendante x, dans le second membre de l'identité (1), peut donc être étendu autant que l'on veut; mais celui de mod. α devient alors de plus en plus restreint, et la loi de décroissance de ce dernier se trouve exprimée géométriquement, au moyen de la transformation par rayons vecteurs réciproques.

» La différentiation, *par rapport à x, l fois répétée*, des deux membres de l'identité (1), donne sur-le-champ

$$(2)\qquad (1-2\alpha x+a^2\alpha^2)^{-\frac{2l+1}{2}}=\sum_{n=0}^{n=\infty}\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\alpha^n,$$

en posant, pour abréger,

$$(3)\qquad \frac{\Gamma(l+1)}{2^n\Gamma(2l+1)\Gamma(n+2l+1)}\frac{d^{n+2l}(x^2-a^2)^{n+l}}{dx^{n+2l}}=\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}.$$

» Le développement (2) est également convergent, *a fortiori*, dans la même étendue du plan.

» Sous la forme (3), on voit que l'équation

$$\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}=0$$

a toutes ses racines réelles, inégales et comprises entre $-a$ et $+a$.

» On trouve aisément qu'une même fonction $\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ satisfait à l'équation différentielle linéaire et du second ordre

$$(4)\qquad (a^2-x^2)y''-2(l+1)xy'+n(n+2l+1)y=0,$$

dont l'intégrale générale est

$$y=\mathrm{A}\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}+\mathrm{B}\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\int\frac{dx}{\left[\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\right]^2(a^2-x^2)^{l+1}},$$

A et B étant deux constantes arbitraires.

» En appliquant, au moyen de l'équation (4), le raisonnement employé par M. Hermite à l'égard de la fonction X_n de Legendre (*Cours d'Analyse de l'École Polytechnique*, t. I, p. 448), on trouve que la partie transcendante de l'intégrale

$$\int\frac{dx}{\left[\mathrm{X}^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\right]^2(a^2-x^2)^{l+1}}$$

se réduit à $Ml\frac{x+a}{x-a}$; M étant un coefficient constant; par conséquent, cette intégrale est une fonction uniforme, tant que le module de x reste inférieur à celui de a, c'est-à-dire tant que x reste dans le champ de variation qui lui est assigné par la condition de convergence du développement (1). On peut observer que le cercle, dans l'intérieur duquel la fonction $l\frac{x+a}{x-a}$ reste uniforme, est homothétique de celui relatif à la fonction $l\frac{x+1}{x-1}$, le rapport d'homothétie étant a.

» A part l'extension du champ de variation de la variable indépendante, il n'y a dans l'intégrale (5), au point de vue de la théorie générale des fonctions, aucune modification. Cette intégrale reste de même nature, et la fonction inverse conserve la même périodicité qui la caractérise comme fonction transcendante.

» On trouve immédiatement que trois fonctions consécutives du développement (2) satisfont à la relation

$$(6)\quad nX^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}} - (2n+2l-1)xX^{(n-1)}_{-\frac{2l+1}{2}} + (n+2l-1)a^2X^{(n-2)}_{-\frac{2l+1}{2}} = 0.$$

Cette équation montre que ces fonctions remplissent l'office des fonctions de Sturm.

» L'intégration par parties conduit au théorème

$$(7)\qquad \int_{-a}^{+a} X^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}} X^{(\nu)}_{-\frac{2l+1}{2}} dx = 0,$$

pour ν différent de n. Dans le cas de $\nu = n$, on trouve, au moyen de la relation (6) et en ayant égard au théorème (7),

$$\int_{-a}^{+a} \left[X^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\right]^2 dx = 2\,\frac{2l+1}{2n+2l+1}\,\frac{n+2l.n+2l-1.n+2l-2\ldots 2l+1}{1.2.3.4\ldots n}\,a^{2n+1}. \text{»}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème de M. Chasles.* Note de M. P. **Serret**.

« **1.** Soient toujours $N-1$ le nombre des éléments de même espèce, points, tangentes ou plans tangents dont la donnée détermine un lieu ou une enveloppe géométrique de degré n; et N' un nombre quelconque *inférieur* à N. Le théorème énoncé dans notre dernière Note entraîne immédiatement ce corollaire fondamental : S'il existe accidentellement une relation

identique, linéaire et homogène,

$$\Sigma_1^{N'} \lambda_i \pi_i \equiv 0, \quad (1)$$

entre les puissances d'un point (ou d'un plan) quelconque par rapport à N' groupes de degré n, N' étant inférieur au nombre normal N, toute enveloppe (ou tout lieu) géométrique de degré n, qui sera conjuguée à $N' - 1$ des groupes donnés, sera par cela même conjuguée aux éléments du dernier groupe.

» 2. Ce nouveau principe fournit tout d'abord une démonstration intuitive d'une proposition célèbre : « Le *centre* d'une courbe (ou d'une » surface) de classe n (c'est-à-dire le *pôle* de la droite ou du plan de » l'infini par rapport à la courbe ou à la surface) se confond avec le » centre des moyennes distances relatif au point de contact de n tangentes » (ou de n plans tangents) *parallèles*, menées arbitrairement à cette courbe » (ou à cette surface). »

» Soient, en effet, $P_1, P_2, \ldots, P_n = 0$, n éléments tangentiels menés parallèlement à une première direction. On peut, à l'aide des coefficients, satisfaire à l'identité

$$\Sigma_1^n \lambda_i P_i^n \equiv P, \quad (2)$$

où $P = 0$ désigne précisément l'*élément parallèle des moyennes distances*, relatif aux éléments $P_1, \ldots, P_n$: c'est ce que l'on voit *a priori* par la seule identité (2); ou, autrement, par un calcul facile. Si l'on désigne d'ailleurs par

$$C = \text{const.} = 0$$

la droite (ou le plan) de l'infini, on peut, en rétablissant l'homogénéité, écrire, au lieu de (2),

$$\Sigma_1^n \lambda_i P_i^n - C^{n-1} P \equiv 0 \quad (2')$$

et en conclure, conformément au corollaire énoncé plus haut, que toute enveloppe de classe n, conjuguée aux n groupes $P_1^n, \ldots, P_n^n$, est d'elle-même conjuguée au groupe restant $C^{n-1}P$, formé de l'élément P et de $n - 1$ autres confondus dans l'élément de l'infini. En d'autres termes, le pôle de la droite (ou du plan) à l'infini par rapport à toute enveloppe de classe n *tangente* aux n éléments parallèles $P_1, \ldots, P_n$, tombe sur l'élément P. Le centre de l'enveloppe considérée se trouve donc

1° Sur l'élément P de moyenne distance, relatif aux n éléments tangentiels parallèles $P_1, \ldots, P_n$;
2° Sur l'élément Q de moyenne distance, » » $Q_1, \ldots, Q_n$;
Et aussi, s'il s'agit d'une surface,
3° Sur l'élément R de moyenne distance, » » $R_1, \ldots, R_n$.

» On conclut immédiatement de là que le centre de l'enveloppe coïncide : 1° avec le centre des moyennes distances des sommets de n angles rectilignes (ou de n angles trièdres) à éléments parallèles circonscrits à l'enveloppe; 2° et en concevant que la commune direction des éléments Q (ou des éléments Q et R) se rapproche de plus en plus de la direction des éléments P, avec le centre des moyennes distances relatif au point de contact des seuls éléments tangentiels parallèles $P_1, \ldots, P_n$. C'est ce qu'il fallait démontrer.

» 3. On peut ajouter que le centre de toute courbe algébrique de classe n coïncide avec le centre des moyennes distances des n foyers de la courbe. Une notion nouvelle du foyer, sur lequel je pourrai revenir, mène naturellement à cette première analogie qui n'a peut-être point été remarquée. Le répertoire classique *Higher plane curves* (1873), tout au moins, n'en fait pas mention. Elle résulte d'ailleurs *a priori* de l'équation tangentielle connue

$$(3)\quad (ax_1 + by_1 + p)\times\ldots\times(ax_n + by_n + p) + \Phi_{n-2}(a, b, p) = 0,$$

d'une courbe de classe n, rapportée à ses foyers réels $(x_1 y_1), \ldots, (x_n y_n)$. Regardant, en effet, a et b comme donnés, on a n tangentes parallèles $P_1, \ldots, P_n$ définies par les racines $p_1, \ldots, p_n$ de l'équation précédente de degré n en p; et l'on en déduit, pour la *parallèle* P *des moyennes distances*,

$$(4)\qquad 0 = P \equiv \Sigma_1^n (ax + by + p_1) \equiv ax + by + \frac{p_1 + \ldots + p_n}{n},$$

ou, en ayant égard à l'équation (3),

$$(4')\qquad \begin{cases} 0 = P \equiv ax + by - \dfrac{1}{n}\Sigma_1^n (ax_1 + by_1) \\ \qquad\equiv a\left(x - \dfrac{x_1 + \ldots + x_n}{n}\right) + b\left(y - \dfrac{y_1 + \ldots + y_n}{n}\right). \end{cases}$$

La parallèle des moyennes distances de n tangentes parallèles passe donc par le centre des moyennes distances des foyers.

» 4. L'identité antérieure (2) peut s'écrire, en mettant les éléments parallèles $P_1, \ldots, P_n$, droites ou plans, sous la forme $x + a_1, \ldots, x + a_n$, et l'élément *dérivé* lui-même, P, sous la forme $x + a = 0$,

$$(2'')\quad 0 = x + a \equiv \Sigma_1^n \lambda_1 (x + a_1)^n \equiv \Sigma_1^n \lambda_1 (a_1^n + na_1 x) \equiv \sum_1^n \lambda_1 a_1^{n-1}\left(x + \frac{a_1}{n}\right).$$

L'évanouissement des termes en $x^n, x^{n-1}, \ldots, x^2$ donne d'ailleurs les conditions

$$(c)\qquad 0 = \Sigma_1^n \lambda_1 = \Sigma_1^n \lambda_1 a_1 = \Sigma_1^n \lambda_1 a_1^2 = \ldots = \Sigma_1^n \lambda_1 a_1^{n-2},$$

lesquelles permettent d'écrire l'équation de l'élément dérivé P sous l'une des formes suivantes :

$$(2^{\text{III}}) \qquad 0 = P \equiv \begin{vmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ a_1 & \cdots & a_n \\ a_1^2 & \cdots & a_n^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1^{n-2} & \cdots & a_n^{n-2} \\ a_1^{n-1}\left(x+\frac{a_1}{n}\right) & \cdots & a_1^{n-1}\left(x+\frac{a_n}{n}\right) \end{vmatrix},$$

$$(2^{\text{IV}}) \qquad 0 = P \equiv x \begin{vmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ a_1 & \cdots & a_n \\ a_1^2 & \cdots & a_n^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1^{n-2} & \cdots & a_n^{n-2} \\ a_1^{n-1} & \cdots & a_n^{n} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ a_1 & \cdots & a_n \\ a_1^2 & \cdots & a_n^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1^{n-2} & \cdots & a_n^{n-2} \\ a_1^{n} & \cdots & a_n^{n-1} \end{vmatrix},$$

et de là enfin, par les propriétés bien connues des déterminants qui figurent dans cette dernière,

$$(2^{\text{V}}) \qquad 0 = P \equiv x + \frac{a_1 + a_2 + \ldots + a_n}{n}.$$

» La théorie des polaires successives permet d'ailleurs d'éviter même ce calcul. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction de Jacob Bernoulli et sur l'interpolation;* par M. **Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« En voyant les formules de votre Mémoire (*Journal de M. Borchardt*, t. LXXXIV, p. 67) qui expriment les polynômes $S(x)_m$ par les quantités $X_m = 1 - x^{2m} - (1-x)^{2m}$ et $X_m^0 = 1 - (2x-1)^{2m}$, je me suis demandé s'il n'y avait pas entre ces deux genres de fonctions des relations plus élémentaires. C'est pourquoi j'ai examiné deux Mémoires de feu M. Staudt, intitulés : *De numeris Bernoullianis*, publiés à Erlangen en 1845, à l'occasion d'une solennité universitaire, où les propriétés $S(x)_m$ sont obtenues à l'aide du calcul des différences. Il suffit, en effet, d'ajouter ensemble les développements des différences $x^{2m} - (x-1)^{2m}$, $(x-1)^{2m} - (x-2)^{2m}$, ...,

$2^{2m} - 1^{2m}$, puis ensuite les développements de $0^{2m} - (-1)^{2m}, \ldots, (-x+2)^{2m} - (-x+1)^{2m}$, pour obtenir ce résultat :

$$\frac{x^{2m} + (x-1)^{2m} - 1}{2} = \frac{2m}{1} S(x)_{2m-1} + \frac{2m(2m-1)(2m-2)}{1.2.3} S(x)_{2m-3} + \cdots,$$

dont le premier membre est votre expression $-\frac{1}{2}X_m$. On arrive à une conclusion pareille pour les fonctions X_m^0; en développant d'abord les différences $(2x-1)^{2m+1} - (2x-2)^{2m+1}$, $(2x-3)^{2m+1} - (2x-4)^{2m+1}, \ldots, 3^{2m+1} - 2^{2m+1}$, puis celles-ci : $(-2+1)^{2m+1} - (-2)^{2m+1}, \ldots, (-2x+3)^{2m+1} - (-2x+2)^{2m+1}$, j'obtiens en effet

$$\frac{(2x-1)^{2m+1} - 1}{2} = \frac{2m+1}{1} 2^{2m} S(x)_{2m} + \frac{(2m+1)2m(2m-1)}{1.2.3} 2^{2m-2} S(x)_{2m-2} + \ldots + S(x)_0,$$

et, comme $S(x)_0$ a pour valeur $x - 1$, il vient

$$\frac{(2x-1)^{2m+1} - (2x-1)}{2} = \frac{2m+1}{1} 2^{2m} S(x)_{2m} + \frac{(2m+1)2m(2m-1)}{1.2.3} 2^{2m-2} S(x)_{2m-2} + \cdots,$$

le premier membre étant le produit de votre expression $-\frac{1}{2}X_m^0$ par le facteur $2x-1$, qui est un diviseur des polynômes $S(x)_{2m}, S(x)_{2m-1}, \ldots$.

» Le rapprochement que vous avez fait entre le théorème de Taylor et la formule d'interpolation me semble découler d'une source purement algébrique. En désignant par $f(x)$ un polynôme du degré $n-3$, par $a, b, c, \ldots$ des constantes différentes entre elles au nombre de n, on peut demander des polynômes $f_1(x), f_2(x), \ldots$ tels que $f(x) - f_1(x)$ soit divisible par $x - a$, $f(x) - f_1(x) - f_2(x)$ par $(x-a)(x-b)$, et ainsi de suite. La question est résolue par l'expression

$$f(x) = f(a) + \left[\frac{f(a)}{a-b} + \frac{f(b)}{b-a}\right](x-a) + \left[\frac{f(a)}{(a-b)(a-c)} + \frac{f(b)}{(b-a)(b-c)} + \frac{f(c)}{(c-a)(c-b)}\right](x-a)(x-b) \ldots\ldots,$$

qui ne diffère de la formule de Lagrange que par l'arrangement; et, si l'on veut arriver au cas plus général où les valeurs données de la variable x cessent d'être différentes, on peut prendre les quantités $a, a+(a_1-a), \ldots, a+(a_{\alpha-1}-a)$; $b, b+(b_1-b), \ldots, b+(b_{\beta-1}-b)$, et faire converger vers zéro les différences $a_1 - a, \ldots, a_{\alpha-1} - a$; $b_1 - b, \ldots, b_{\beta-1} - b, \ldots$.

En substituant et passant aux limites, on obtient une représentation de la fonction $f(x)$, ordonnée suivant les puissances et produits de puissances $(x-a)^0$, $(x-a)^1$, ..., $(x-a)^{\alpha-1}$; $(x-a)^\alpha(x-b)^0$, $(x-a)^\alpha(x-b)$, ..., $(x-a)^\alpha(x-b)^{\beta-1}$, ..., et en dernier lieu $(x-a)^\alpha(x-b)^\beta$, ..., $(x-l)^{\lambda-1}$, dont les coefficients sont composés linéairement avec les valeurs $f(a)$, $f'(a)$, ..., $f^{\alpha-1}(a)$; $f(b)$, $f'(b)$, ..., $f^{\beta-1}(b)$, ..., et cette représentation conduit, dans le cas le plus simple, au théorème de Taylor. »

TOXICOLOGIE. — *Sur la préparation du curare;* par M. **Jobert**. (Extrait d'une Lettre adressée, de Belin de Para, à M. Cl. Bernard.)

« Le Dr Jobert a pu faire préparer devant lui l'un des meilleurs curares américains, celui des Indiens Tecunas, au Calderão (Brésil), non loin de la frontière péruvienne. C'est un poison purement végétal.

» Les éléments principaux de la préparation sont :

» 1° L'*Urari uva*, plante grimpante, du type des Strychnées (peut-être le *Strychnos castelnœ* de M. de Weddell);

» 2° L'*Eko* ou *Pani du Maharão*, plante grimpante offrant les caractères des Ménispermacées (peut-être le *Cocculus toniferus* de M. de Weddell).

» Les éléments accessoires sont :

» 3° Une Aroïdée, le *Taja;*

» 4° L'*Eoné* ou *Mucura-ea-ha* (*Didelphys cancrivora?*), qui a le port d'une Amarantacée);

» 5° Trois Pipéracées (du genre Artanthe?);

» 6° Le *Tau-ma-gere* ou *Langue de Toucan.*

» Ces plantes ont été photographiées par M. Jobert, qui en rapportera des échantillons en Europe et pourra en donner une détermination plus exacte.

» Voici comment les Indiens procédèrent à la préparation du poison :

» Ils râclèrent la première écorce, fort mince, des rameaux les plus développés de l'*Urari* et de l'*Eko*, et mélangèrent ces râpures dans la proportion de 4 parties de la première pour 1 partie de la seconde.

» Ce mélange, pétri à la main, placé ensuite dans un entonnoir en feuille de palmier, fut épuisé à l'eau froide, qu'on reversa sept ou huit fois. Le liquide prit alors une teinte rouge. L'Indien le fit bouillir avec des fragments de tige de *Taja* et de *Mucura*, pendant environ six heures, jusqu'à l'amener à une consistance épaisse. On ajouta à ce liquide la râpure des

Pipéracées. Après une nouvelle ébullition, la préparation fut abandonnée au refroidissement et prit la consistance d'un cirage épais.

» M. Jobert a expérimenté isolément chacun des éléments de cette préparation : l'*Urari* et le *Taja* seraient les plus actifs. Le Pani donne lieu à des phénomènes moins rapides.

» M. Jobert se propose de poursuivre ses études sur l'action isolée de ces diverses plantes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Contributions paléontologiques*; par M. **Stan. Meunier.**

« 1. Dentalium Leoniæ (Nob.) *D. testa elongato-conica, paulo arcuata; striis annularibus, numerosis, profundis; extremitate postica sub-acuta; fissura lata, profunda, dorsali; apertura circulari, transversa.* — Cette coquille, qui appartient à l'horizon des sables moyens, diffère à première vue de tous les Dentales du même niveau géologique et se rapproche un peu du *D. eburneum* du calcaire grossier, étant comme lui recouverte de nombreuses stries annulaires très-profondes. Sur une longueur totale de 20 millimètres on compte dix-neuf de ces stries, dessinant comme dix-huit anneaux. Ceux-ci sont très-réguliers et non pas serrés d'une manière variable comme dans le *D. eburneum*. La coquille est moins arquée que celle de ce dernier Dentale et moins atténuée à son extrémité postérieure qui porte une fissure dorsale remarquable par sa longueur de 11 millimètres et par sa largeur : cette fissure est bien plus large, en effet, que celle de toutes les autres coquilles analogues; elle se termine brusquement aux deux tiers de l'un des anneaux. L'ouverture antérieure est circulaire et transverse.

» J'ai recueilli l'exemplaire unique que je possède dans la grande sablière de Jaignes (Seine-et-Marne), au sein de la couche immédiatement superposée à l'assise caractérisée par d'innombrables *Nummulites variolaria*. Peut-être, dans les idées actuelles de filiation des espèces, pourrait-on voir dans le *D. Leoniæ* la forme du *D. eburneum*, propre à l'époque des sables moyens.

» 2. *Remarque sur le* Cerithium Cornucopiæ (Sow.). — Je crois intéressant de signaler la présence à Gentilly d'une coquille très-rare jusqu'ici dans le bassin de Paris et considérée comme étrangère à cette région géologique, jusque dans ces dernières années où on l'a découverte à Boury (Oise). Il s'agit du *Cerithium cornucopiæ*, dont la présence à Gentilly est démontrée par la trouvaille d'un moule interne fait, dans le banc à *C. gigan-*

teum, par un jeune chercheur plein de zèle, M. Laville, qui me l'a apporté. Ce moule, auquel il manque l'extrémité antérieure, a 125 millimètres de long et comprend sept tours dont les premiers sont régulièrement arrondis, tandis que les autres acquièrent progressivement huit protubérances de plus en plus marquées, qui leur donnent un contour régulièrement octogonal. On voit très-nettement dans la columelle les sillons correspondant aux trois plis caractéristiques de l'espèce. »

CHIMIE. — *Effet produit par une basse température sur le mélange d'eau oxygénée et d'acide sulfurique*. Note de M. **Boillot**. (Extrait.)

« La découverte de l'acide persulfurique, faite par M. Berthelot, me remet en mémoire une expérience que j'ai exécutée, il y a près de deux ans. Voici la fin de l'article que j'avais publié à cette époque [1] :

» . . . . . Un fait non moins remarquable, relatif à l'eau oxygénée, est que ce liquide sirupeux devient gélatineux, et d'une consistance telle qu'on peut renverser le vase où il est enfermé sans qu'il s'écoule, lorsqu'on l'a exposé à un froid de quelques degrés au-dessous de zéro. Dans ce cas, des bulles d'oxygène restent emprisonnées dans la masse, et, de temps en temps, le bouchon du flacon, lors même qu'il est en verre, est projeté par la force expansive du gaz provenant de la décomposition du bioxyde d'hydrogène. Entre l'eau oxygénée et l'ozone, il y a des rapports nombreux non encore déterminés, et qui appellent l'attention des chimistes. »

» L'une des conditions de production de l'acide persulfurique signalées par M. Berthelot, celle qui est relative à la formation de cet acide dans un mélange d'eau oxygénée et d'acide sulfurique concentré, a certainement été réalisée dans mon expérience. »

M. **Decharme** adresse une Note concernant l'influence de la température sur la sonorité des métaux, et la relation de ces phénomènes avec les points de fusion.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

D.

[1] *Moniteur universel* du 10 avril 1876.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 JANVIER 1878.

Annales du Bureau des Longitudes et de l'Observatoire astronomique de Montsouris; t. I. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-4° cartonné.

Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1878. Paris, Gauthier-Villars, 1878; 1 vol. in-18.

Le Ciel. Notions élémentaires d'Astronomie physique; par A. GUILLEMIN; 5e édition. Paris, Hachette et Cie, 1877; grand in-8° illustré.

Expériences pratiques de la boussole circulaire, faites à bord des navires de l'État et de la marine marchande, adoption de cet instrument sur l'escadre; 8e édition, par E.-M. DUCHEMIN. Paris, Berger-Levrault, 1878; in-4°.

Traité théorique et pratique de la fabrication du sucre; par E.-J. MAUMENÉ; t. II. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Lettres à un ami sur quelques questions fondamentales du domaine de la philosophie de la nature; par le Dr H. LEVITTOUX. Paris, F. Savy, 1877; br. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XXIV, n° 3, feuilles 22 à 28. Saint-Pétersbourg, 1877; in-4° (2 exemplaires).

Experimental researches in pure, applied and physical Chemistry; by E. FRANKLAND. London, John van Woorst, 1877; in-8° relié.

Catalogue of the diatomaceæ with references to the various published descriptions and figures; by F. HABIRSHAW. New-York, reproduced by the Edison electric pen process, 1877; 1 vol. in-8°.

Alla Nota del socio G. Cantoni contro la teorica di Melloni sulla elettrostatica induzione, risposta del S.-P. VOLPICELLI. Roma, Salviucci, 1877; in-4°. (Reale Accademia dei Lincei.)

Annaes do Observatorio do infante D. Luiz, 1874; vol. XII. Lisboa, Impr. nacional, 1875; in-4°.

Postos meteorologicos, 1874. Primeiro-segundo semestre, annexos ao vol. XII dos *Annaes do Observatorio do infante D. Luiz*. Lisboa, typ. Lallemant frères, 1875; 2 liv. in-4°.

Studien in der Anatomie des nervensystems und des bindegewebes von AXEL KEY und G. RETZIUS. Stockholm, Samson et Wallin, 1875; in-4° relié.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les COMPTES RENDUS hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*.
Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* ...... Michel et Médan.
- *Alger* ...... Garault St-Lager. / Orlando.
- *Amiens* ..... Hecquet-Decobert.
- *Angoulême*.. Debreuil.
- *Angers* ..... Germain et Grassin. / Lachèse, Belleuvre et Ce.
- *Bayonne*.. . Cazals.
- *Besançon*... Marion
- *Cherbourg*... Lepoittevin.
- *Bordeaux*... Chaumas / Sauvat.
- *Bourges*.... David.
- *Brest*....... Lefournier.
- *Caen*....... Legost-Clérisse.
- *Chambéry*... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Rousseau.
- *Dijon*...... Lamarche.
- *Douai*...... Bonnard-Obez. / Crépin.
- *Grenoble*... Drevet.
- *La Fère*.... Bayen.
- *La Rochelle*. Hairitau.
- *Lille*....... Beghin. / Quarré.
- *Lorient*..... Charles.
- *Lyon*....... Beaud. / Palud.
- *A Marseille*... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier*. Coulet. / Seguin.
- *Moulins*..... Martial Place.
- *Nantes*..... Douillard frères. / Mme Veloppé.
- *Nancy*...... André. / Grosjean.
- *Nice*....... Barma. / Visconti.
- *Nîmes*...... Thibaud.
- *Orléans*.... Vaudecraine.
- *Poitiers*..... Ressayre.
- *Rennes*..... Morel et Berthelot. / Verdier.
- *Rochefort*... Brizard. / Valet.
- *Rouen*...... Métérie. / Herpin.
- *St-Étienne*.. Chevalier.
- *Toulon*..... Rumèbe aîné. / Rumèbe jeune.
- *Toulouse*.... Gimet. / Privat.
- *Valenciennes*. Giard. / Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam*. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone*.. Verdaguer.
- *Berlin*...... Asher et Cie.
- *Bologne*.... Zanichelli et Cie.
- *Boston*..... Sever et Francis.
- *Bruxelles*... Decq et Duhent. / Merzbach et Falk.
- *Cambridge*.. Dighton.
- *Édimbourg*.. Seton et Mackenzie.
- *Florence*.... Jouhaud.
- *Gand*....... Clemm.
- *Gênes*...... Beuf.
- *Genève*..... Cherbuliez.
- *La Haye*.... Belinfante frères.
- *Lausanne*... Imer-Cuno.
- *Leipzig*..... Brockhaus. / Twietmeyer. / Voss.
- *Liége*...... Bounameaux. / Gnusé.
- *Londres*.... Dulau / Nutt.
- *Luxembourg*. V. Büch.
- *Milan*...... Dumolard frères.
- *A Moscou*.... Gautier.
- *Madrid*. ... Bailly-Baillière. / Ve Poupart et fils.
- *Naples*.... Pellerano.
- *New-York*.. Christern.
- *Oxford*..... Parker et Cie.
- *Palerme*.... Pédone-Lauriel.
- *Porto*...... Magalhães et Moniz. / Chardron.
- *Rio-Janeiro*. Garnier.
- *Rome*....... Bocca frères.
- *Rotterdam*.. Kramers.
- *Stockholm*.. Samson et Wallin.
- *St-Pétersb*.. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Turin*...... Bocca frères. / Brero.
- *Varsovie*.. Gebethner et Wolff.
- *Venise*... .. Ongania.
- *Vérone*..... Drucker et Tedeschi.
- *Vienne*..... Gerold et Cie.
- *Zürich*..... Franz Hanke. / Schmidt.

TABLES GENERALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 2.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 Janvier 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 3 (21 Janvier 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de Académie* se composent des extraits des travaux de s Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes ésentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a } pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

RTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ı par un Associé étranger de l'Académie comprennent ı plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *omptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées ans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction :rite par leur auteur a été remise, séance tenante, ıx Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même mite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par es correspondants de l'Académie comprennent au ılus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner ılus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

A l'ouverture de la séance, M. le Président annonce à l'Académie les deux pertes douloureuses qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *A.-C. Becquerel*, doyen de la Section de Physique, décédé le 18 janvier, et dans la personne de M. *V. Regnault*, Membre de la Section de Chimie, décédé le 19 janvier.

Sur la proposition de M. le Président et d'après le vœu exprimé par le Bureau, la séance est immédiatement levée (¹).

Les obsèques de M. Becquerel ont eu lieu aujourd'hui même, 21 janvier; celles de M. Regnault doivent avoir lieu demain 22 janvier.

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE, AUX FUNÉRAILLES DE M. BECQUEREL.

DISCOURS DE M. FIZEAU,

AU NOM DE LA SECTION DE PHYSIQUE.

« Lorsque les amis que la mort nous enlève n'ont pas encore dépassé la période de la vie à laquelle on a coutume d'attacher les espérances d'un

(¹) Les diverses pièces de Correspondance qui avaient été adressées pour cette séance seront conservées au Secrétariat, avec la *date* de leur arrivée. La séance de lundi prochain devant être la séance publique annuelle, ces pièces seront insérées au *Compte rendu* de la séance du 4 février.

long avenir, notre affliction s'émeut surtout à la pensée des liens trop tôt brisés, de la carrière prématurément interrompue, et nous croyons, parfois, que nos regrets seraient moins amers si la mort avait pu tarder davantage. Mais ce n'est là qu'une illusion de la douleur, et aujourd'hui, devant la tombe qui s'ouvre pour un illustre confrère et ami, dont la vieillesse a presque atteint les limites les plus reculées de la vie humaine, nous sentons tous que c'est précisément parce que nous l'avons plus longtemps connu que nous avons à le regretter davantage, et nous reconnaissons que plus la Providence lui a accordé de jours pleins de brillants succès et de devoirs accomplis, plus sa mémoire a de titres à nos respects, à nos regrets, à notre douleur.

» Né à Châtillon-sur-Loing (Loiret), le 7 mars 1788, M. Becquerel (Antoine-César) a commencé sa carrière en servant vaillamment son pays sur les champs de bataille. Sorti de l'École Polytechnique en 1808, en qualité d'officier du génie, il fut appelé à prendre une part active aux luttes de cette époque mémorable, assista au siége de sept places fortes, commanda une colonne d'attaque à la prise de Tarragone, et ne manqua pas de lutter contre l'étranger pendant la campagne de 1814; à la fin de la guerre, il était décoré de la Légion d'honneur et chef de bataillon du Génie. C'est à cette époque qu'il résolut de quitter le service militaire, pour se livrer entièrement à la culture des sciences physiques, vers lesquelles il se sentait attiré, comme s'il pressentait déjà les découvertes qu'il devait y faire et l'illustration qu'il devait y acquérir.

» Essayons de rappeler ici, en quelques mots, les progrès les plus importants parmi ceux dont la Physique est redevable à M. Becquerel; leur nouveauté et leur originalité premières ne manqueront pas de frapper encore, et ne paraîtront pas effacées par les développements et les découvertes nouvelles, dont ces premiers progrès ont été le plus souvent l'origine et le point de départ.

» Le monde savant était encore incertain sur la cause des courants électriques qui prennent naissance dans la pile de Volta, lorsque M. Becquerel découvrit et fit connaître, dans plusieurs Mémoires successifs, un ensemble de faits de nature à fixer définitivement l'opinion des physiciens sur ce sujet. De nombreuses expériences démontrèrent en effet que, dans le contact de deux métaux, il n'y avait d'électricité dégagée qu'autant qu'il y avait action chimique, frottement ou différence de température, et aussi, d'autre part, qu'il y avait dégagement d'électricité dans toutes les actions chimiques, et en particulier dans l'action des acides sur les métaux, l'électricité négative se portant alors sur le métal et l'électricité positive sur l'acide.

» Si la théorie de la pile électrique doit beaucoup à M. Becquerel, la construction des piles perfectionnées, que la science et l'industrie emploient aujourd'hui, ne lui est pas moins redevable. C'est dans son laboratoire que l'on voit apparaître, pour la première fois, ces piles cloisonnées à deux liquides, aujourd'hui variées à l'infini et au moyen desquelles le courant électrique a été enfin soumis à une constance et à une régularité d'action jusque-là inconnues.

» Considérant, à leur tour, les effets chimiques produits par l'action des courants électriques, même les plus faibles, M. Becquerel a réuni sous le nom d'*électrochimie* un ensemble de phénomènes nouveaux extrêmement variés, et dignes d'intéresser à la fois le physicien, le chimiste et le géologue. En effet, qui n'a pas admiré ces expériences élégantes, faites avec de petits éléments de piles à actions lentes et constantes, par lesquelles les diverses substances sont décomposées, combinées, transportées, prennent diverses formes de cristaux, semblables à ceux de la nature, ou donnent lieu à des colorations brillantes utilisées dans l'industrie?

» Il convient de citer encore plusieurs applications hardies de ces phénomènes électrochimiques au traitement en grand des minerais d'argent, de cuivre, de plomb, ainsi qu'à l'extraction des sels de potasse, des eaux mères des salines.

» C'est à la suite de tous ces travaux que la Société Royale de Londres décerna, en 1837, à M. Becquerel, la médaille de Copley. Déjà il avait été élu Membre de l'Académie des Sciences, en 1829.

» S'attachant ensuite à l'étude des phénomènes thermo-électriques, avec la même sagacité et la même persévérance dont il avait déjà donné tant de preuves, M. Becquerel fut conduit, par cette étude, à une idée particulièrement neuve et originale : je veux parler de l'invention du thermomètre électrique. On sait qu'au moyen de cet instrument il est devenu possible de déterminer, à distance, la température des parties intérieures des animaux et des végétaux sans produire de lésions sensibles, ainsi que la température de l'intérieur de la terre à de grandes profondeurs, ou celle de l'atmosphère à des hauteurs où la lecture régulière du thermomètre ordinaire n'est plus possible.

» Ajoutons encore que deux autres instruments bien connus des physiciens, la balance électromagnétique et le galvanomètre différentiel, doivent être rapportés au génie inventif de M. Becquerel.

» Rappelons enfin ces travaux si étendus de notre confrère sur la Météorologie, sur le climat propre aux forêts, sur les orages à grêle, sur l'assainis-

sement de la Sologne, et, dans ces dernières années, ses recherches si persévérantes sur certains phénomènes électriques fort curieux, mais encore peu connus, qui prennent naissance dans les espaces capillaires.

» M. Becquerel a publié ses travaux et exposé ses découvertes dans plusieurs ouvrages bien connus du monde savant, notamment dans son grand *Traité d'électricité et de magnétisme*, ainsi que dans un grand nombre de Mémoires insérés dans les principaux Recueils scientifiques, et surtout dans les *Annales de Chimie et de Physique* et dans les *Mémoires de l'Académie*.

» Malgré une santé frêle en apparence et un corps peu robuste, M. Becquerel, toujours soutenu par une grande énergie morale et une grande force de volonté, a eu le privilége de conserver, jusque dans l'âge le plus avancé, cette vivacité d'allure et d'esprit qui faisait, il y a quelques mois encore, l'étonnement de tous ses amis. Son amour du travail, son esprit de recherche, sa curiosité des phénomènes de la nature, ne se sont jamais démentis pendant sa longue carrière. Par ses découvertes, par sa manière d'expérimenter et d'observer, par son amour et son respect pour la vérité scientifique, il a certainement exercé sur la Science de son temps une des plus réelles et des plus heureuses influences. De là l'illustration qui, de bonne heure, s'est attachée à son nom, et les témoignages éclatants de l'estime de ses contemporains, qui ne lui ont jamais manqué : professeur au Muséum, Membre de l'Institut, de la Société Royale de Londres, de l'Académie de Berlin, commandeur de la Légion d'honneur, grand-croix de la Rose du Brésil, etc., jamais honneurs et distinctions ne furent mieux justifiés.

» En perdant M. Becquerel, l'Académie perd non-seulement un de ses membres les plus illustres, mais un de ceux dont les lumières et l'expérience lui feront le plus défaut. Il était extrêmement attaché à l'Académie, prenait une part régulière à ses travaux et regardait comme un devoir de ne jamais s'en affranchir. Si quelque chose, cependant, peut aujourd'hui adoucir les regrets de l'Académie, c'est qu'en perdant M. Becquerel elle n'aura pas cette autre douleur de voir ce nom illustre disparaître de la liste de ses Membres : ce nom lui est heureusement conservé, avec non moins de titres à notre affection, par celui que, depuis plusieurs années, nous aimions tant, dans nos séances, à voir s'asseoir à côté de son père.

» M. Becquerel touchait à la fin de sa quatre-vingt-dixième année, lorsqu'il s'est éteint doucement, au milieu des siens, avec la sérénité du sage, la tranquillité d'âme de l'homme de bien, la confiance en Dieu et les immortelles espérances du chrétien. »

DISCOURS DE M. DAUBRÉE,

AU NOM DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

« Non moins que l'Académie des Sciences, le Muséum d'Histoire naturelle se sent douloureusement frappé par la perte de M. Becquerel, l'un de ses plus éminents professeurs.

» C'est, il y a quarante ans, en 1838, que la chaire de Physique fut instituée, pour lui fournir le moyen de propager ses découvertes, déjà célèbres alors, et dont le haut intérêt pour les Sciences naturelles était justement pressenti.

» Cet intérêt devint encore plus manifeste quand M. Becquerel eut fondé son enseignement et qu'il y eut successivement développé, pendant une série d'années, à côté des notions générales, les applications très-variées qui intéressent l'Histoire naturelle, aussi bien l'histoire des animaux et des végétaux que celle des minéraux et de notre globe.

» Après ce qui vient d'être dit par un de nos confrères les plus autorisés, je me bornerai à rappeler, en quelques mots, comment M. Becquerel a éclairé quelques-uns des sujets de son enseignement.

» Les travaux par lesquels il débuta dans la carrière scientifique, en 1819, sont relatifs à la Minéralogie et à la Géologie. D'une part, disciple d'Alexandre Brongniart, il découvre dans le sol même de Paris, à Auteuil, toute une collection de minéraux, dont la présence, dans des couches aussi récentes, était bien inattendue, notamment la chaux phosphatée et le zinc sulfuré. D'autre part, sous l'influence de Haüy, il étudie, de la manière la plus précise, plusieurs formes nouvelles de la chaux carbonatée qu'il rencontre dans la Nièvre.

» Dans un autre travail qui remonte à la même époque, M. Becquerel montre que la propriété de devenir électrique par la simple pression, propriété que Haüy avait reconnue dans le spath d'Islande et dans quelques autres minéraux, n'est pas restreinte à un petit nombre de substances, comme le supposait le célèbre minéralogiste, mais qu'elle appartient à tous les corps, pourvu qu'ils restent isolés. C'était une généralisation importante, que l'auteur devait faire suivre d'autres déductions d'un ordre non moins élevé, relativement à l'unité d'origine de l'électricité, de la lumière et de la chaleur. Son étude sur les conditions dans lesquelles la tourmaline manifeste la polarité électrique, selon que la température augmente, décroît ou reste stationnaire, est également devenue classique.

» Il y a plus de cinquante ans, M. Becquerel est entré dans une voie féconde qu'il a poursuivie toute sa vie et qui l'a conduit à réaliser la formation artificielle d'un grand nombre d'espèces minérales. Il lui a suffi pour cela de la température ordinaire et de substances très-répandues, telles que la nature peut en mettre en jeu chaque jour et de toutes parts, dans les filons métallifères comme dans les roches les plus communes. C'est ainsi que la pyrite, la galène, le chlorure d'argent, l'oxychlorure et le protochlorure de cuivre, et bien d'autres substances sont sorties de ses appareils, toujours aussi ingénieux que simples. Aujourd'hui, on ne se rendrait pas compte du haut intérêt avec lequel de tels résultats étaient unanimement accueillis, si l'on oubliait que beaucoup d'entre eux ont précédé d'autres conquêtes de la synthèse minéralogique, auxquelles se rattachent à jamais les noms d'Ebelmen et de Senarmont.

» Comme complément de ces études, M. Becquerel recherchait les causes dans lesquelles se décomposent les minéraux naturels, et il ne perdait pas de vue les applications des faits qu'il découvrait aux industries métallurgiques.

» Des recherches de Thermochimie ont conduit M. Becquerel à découvrir une méthode propre à mesurer la température de lieux inaccessibles. Depuis quatorze ans qu'il l'a établie sur un puits foré au Muséum, le thermomètre électrique a déjà fourni des résultats pleins d'intérêt, et cet instrument si exact apportera sans doute d'autres données précieuses pour la physique terrestre et pour la Géologie.

» Les mêmes procédés ont été appliqués par leur auteur à la mesure des températures de l'air, ainsi qu'à celle du sol, selon qu'il est dénudé, couvert d'arbres ou de gazon. Les parties intérieures des animaux ont été explorées avec des appareils analogues.

» Ce qui explique le grand nombre des travaux importants dont on est redevable à M. Becquerel, c'est une activité constante que n'a pu ralentir l'âge ; un accident très-grave qui lui était survenu n'a pu le détourner de son travail, qu'il continuait, malgré tous les avis, sur son lit de douleur. Pendant toute la durée du jour, on pouvait le voir multipliant les expériences, dans son étroit laboratoire, encombré de nombreux appareils, et il y a lieu de s'étonner de tout ce qui est sorti d'un local si différent des laboratoires spacieux et commodes, tels qu'on en voit s'élever de toutes parts. C'est que la rare perspicacité de l'expérimentateur suffisait à tout. Il s'entretenait souvent de ses travaux, et avec une vivacité toute juvénile.

» Chacun de ceux qui ont eu accès auprès de M. Becquerel appréciait

sa simplicité et sa grande bienveillance. C'est l'un des souvenirs qui nous rendront sa mémoire toujours chère.

» Désireux, comme il l'était, de servir la Science, M. Becquerel a éprouvé *le vif bonheur* de se voir continué par son fils, notre excellent confrère, qui a su grandir encore un nom déjà illustre, et par son petit-fils, leur digne héritier dans la Science. La durée de sa mémoire n'est-elle pas d'ailleurs bien assurée par les découvertes fondamentales dont il est l'auteur? »

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE,

AUX FUNÉRAILLES DE M. REGNAULT.

DISCOURS DE M. DEBRAY,

AU NOM DE LA SECTION DE CHIMIE.

« L'Académie des Sciences perd en M. Regnault un de ses Membres les plus illustres. Il appartenait depuis 1840 à la Section de Chimie, où, bien jeune encore, à l'âge de trente ans, il avait été appelé à remplacer M. Robiquet. A cette époque, M. Regnault ne s'était encore fait connaître que comme chimiste. Ses travaux, nombreux et variés, portaient déjà la marque particulière de son esprit. L'hypothèse, si séduisante qu'elle fût, n'avait aucune prise sur lui ; il n'acceptait que les démonstrations complètes et rigoureuses; sa pénétration rare lui montrait de suite le côté faible des travaux de ses devanciers, et les conditions dans lesquelles il convenait de les reprendre pour arriver à la solution des points controversés. Il était d'ailleurs servi dans ses recherches par une habileté manuelle peu commune.

» Ses travaux de Chimie méritaient l'honneur que leur faisait l'Académie; de plus ils faisaient concevoir de hautes espérances, qui ont été dépassées. Retranchés cependant de l'œuvre scientifique de notre savant confrère, ils diminueraient de bien peu sa réputation : c'est qu'ils n'occupent, dans cette vie si bien remplie, qu'une place relativement restreinte. A partir de 1840, les recherches de Physique l'absorbent presque entièrement; c'est à cette époque que commence l'édification du monument de sa gloire, de cet immense ensemble de travaux qui se rattachent à l'étude de la chaleur. Cette œuvre a été poursuivie durant trente années avec un tel éclat, que sa renommée de chimiste s'en est trouvée par là même amoindrie.

» Je n'ai pas l'autorité nécessaire pour parler comme il convient de l'admirable talent du physicien : je dois me contenter de rappeler la part importante qu'il a prise au mouvement de la Chimie, dans la courte période de sa vie qu'il y a particulièrement consacrée Il n'a jamais cessé d'ailleurs d'en suivre les progrès avec le plus vif intérêt: son enseignement à l'École Polytechnique, son remarquable *Traité de Chimie* le prouveraient s'il était nécessaire. Les chimistes ne pourraient, non plus, oublier sans ingratitude les services éminents qu'il leur a rendus comme physicien, en déterminant, avec une incomparable exactitude, les constantes numériques, telles que les coefficients de dilatation, les chaleurs spécifiques et les tensions de vapeurs, qu'ils emploient à chaque instant dans leurs recherches.

» M. Regnault, à sa sortie de l'École Polytechnique, en 1832, entrait à l'École des Mines, comme élève ingénieur, et, après son temps d'études, restait pendant quelques années au laboratoire de Chimie de cette École célèbre. Il y menait de front ses travaux professionnels et ses études particulières, et, dès 1835, il commençait le cours, non interrompu, de ses nombreuses et importantes publications. Les *Annales de Chimie et de Physique* contiennent de lui, de 1835 à 1840, dix-huit Mémoires d'un grand mérite.

» Son premier travail est relatif à la liqueur des Hollandais, remarquable combinaison du chlore et du bicarbure d'hydrogène, dont la composition avait été déterminée par M. Dumas. Une critique mal fondée de Liebig engageait M. Regnault à reprendre une question que l'autorité scientifique du savant allemand pouvait faire croire douteuse. Après avoir vérifié l'exactitude des résultats de M. Dumas, et expliqué l'erreur de son contradicteur, il trouvait une réaction inattendue, la première de toutes celles qu'a données depuis la liqueur des Hollandais, au grand profit de la Chimie organique. Cette réaction lui permettait de scinder ce produit en acide chlorhydrique et en un hydrocarbure chloré dont il allait bientôt lui-même révéler l'importance.

» Un peu plus tard, en effet, il démontrait que le chlore, en agissant sur la liqueur des Hollandais, lui enlève successivement chacun des quatre équivalents d'hydrogène qui y sont contenus, et donne naissance à des composés nouveaux de plus en plus chlorés, mais dans lesquels le nombre total d'équivalents reste invariable, parce que chaque équivalent d'hydrogène disparu est remplacé par un équivalent de chlore. Le composé chloré qu'il avait retiré de la liqueur des Hollandais devenait alors un bicarbure

d'hydrogène dans lequel un équivalent d'hydrogène était remplacé par le chlore, et, par des réactions convenables, lui permettait d'obtenir d'autres composés du même type, où les trois autres équivalents d'hydrogène étaient successivement remplacés par le chlore.

» Ce travail, demeuré classique, parce qu'il fournit deux exemples simples et complets de la loi si importante des substitutions, découverte par M. Dumas, n'a pas peu contribué à l'adoption d'une théorie, très-combattue à l'origine, et qui de nos jours, par une extension remarquable, relie le plus grand nombre des faits de la Chimie organique. M. Regnault apportait encore à cette théorie un développement important, dans un autre Mémoire intitulé : *De l'action du chlore sur les éthers chlorhydriques de l'alcool et de l'esprit-de-bois et sur plusieurs points de la théorie des éthers.* Il y montre que l'éther chlorhydrique de l'alcool et la liqueur des Hollandais, dont la composition est la même, quoique leurs propriétés soient différentes, qui sont des corps isomères, pour employer le terme consacré dans la Science, donnent, par l'action du chlore, deux séries parallèles de composés substitués, également isomères : ce qui prouve que la substitution au moins quand elle n'atteint pas le dernier terme de son action, respecte le groupement moléculaire des deux composés primitifs.

» Tous ces faits d'une grande netteté, et bien d'autres d'une égale valeur, que je ne puis rappeler ici, prenaient aussitôt leur place dans l'enseignement de la Chimie. Ils y ont conservé de nos jours la même importance, parce qu'il n'en existe pas de plus clairs, de mieux appropriés à la démonstration des lois qu'ils ont contribué à établir.

» Il convient encore, pour donner une idée du talent souple et élevé de M. Regnault, de rappeler son grand travail de 1838 *Sur les alcalis organiques* et ses Mémoires *Sur la chaleur spécifique des corps simples et composés.* On y trouve la première démonstration rigoureuse de la loi connue sous le nom de *loi de Dulong et Petit,* que ces éminents physiciens avaient plutôt pressentie que scientifiquement établie.

» Ces dernières recherches l'introduisaient dans la Physique, qu'il n'a plus quittée qu'une seule fois, pour exécuter avec son ami, M. Reiset, ce grand travail physiologique *Sur la respiration des animaux des diverses classes,* si connu de tous les savants.

» M. Regnault était devenu successivement professeur de Chimie à l'École Polytechnique, professeur de Physique au Collége de France et directeur de la Manufacture de Sèvres, où il a succédé à Ebelmen. L'accomplissement de ses devoirs professionnels n'avait pas ralenti un seul instant sa féconde

activité; en 1863, la croix de Commandeur de la Légion d'honneur consacrait les services qu'il avait rendus au pays.

» Sèvres a une part importante dans son histoire ; le nouvel établissement est son œuvre personnelle : il lui a fallu user de toute l'autorité de son nom pour obtenir cette création si nécessaire. On lui doit aussi des perfectionnements importants dans le procédé de fabrication de la porcelaine par le coulage, et, le premier, il a appliqué l'action des gaz réducteurs à la production de couleurs nouvelles de grand feu.

» La vieille manufacture a vu l'apogée de sa gloire et le commencement des malheurs qui l'ont accablé. On se rappelle la chute qu'il y fit en 1856 et qui mit ses jours en danger pendant plus d'un mois. Ce terrible accident laissa en lui une trace ineffaçable. En 1870, malgré les chagrins domestiques qu'il avait éprouvés, il n'avait cependant rien perdu de son ardeur et pouvait encore espérer quelques années de travail ; il comptait, même en 1871, après la mort de son illustre fils, Henri Regnault, reprendre ses travaux interrompus par la guerre et y trouver un adoucissement à sa douleur. Mais cette espérance ne devait pas se réaliser. La main brutale d'un soldat ennemi avait détruit, dans son laboratoire de Sèvres, les nombreux et précieux instruments de mesure qui lui avaient coûté tant de labeurs et sans lesquels toute recherche lui devenait impossible. Sa carrière scientifique était terminée. Depuis ce moment, le malheur n'a pas cessé de le frapper ; il l'a supporté avec fermeté, avec dignité. A la fin de 1874, on put croire que la mort allait le délivrer ; mais, après avoir anéanti ce qui lui restait d'activité physique, elle n'a achevé son œuvre que quatre ans après, le 19 janvier dernier, le jour même de l'anniversaire de la mort de son fils.

» Il est allé le rejoindre dans un monde meilleur, où le suivent nos sentiments d'admiration et de sympathies profondes, pour sa vie si utile à la Science et si douloureusement éprouvée. »

DISCOURS DE M. JAMIN,

AU NOM DE LA SECTION DE PHYSIQUE ET DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

« Il y a des hommes dont l'esprit est assez vaste pour embrasser plusieurs sciences à la fois, et qui pourraient avec la même convenance appartenir à plusieurs classes d'une même Académie. Regnault fut l'un de ces hommes privilégiés : outre qu'il était l'une des lumières de la Chimie, la Physique

le réclame comme une de ses gloires, et la Section à laquelle j'appartiens revendique comme un droit et comme un devoir l'honneur de rappeler ici tout ce qu'elle doit à Victor Regnault. Je viens encore à un autre titre, en ma qualité de professeur à l'École Polytechnique, apporter sur la tombe de Regnault les regrets et la reconnaissance de ses collègues et de ses anciens élèves.

» Regnault fut l'un des plus brillants sujets de cette école célèbre; il eut l'heureuse fortune d'y suivre le cours de Physique de Dulong. Il en garda toute sa vie l'empreinte ineffaçable, tellement profonde qu'il suivit, sans jamais la quitter, la même route que son maître, s'arrêtant aux mêmes étapes, rencontrant les mêmes difficultés, recommençant les mêmes études. Pour apprécier Regnault, il faut connaître Dulong.

» De toute la Physique, Dulong n'avait travaillé que la chaleur, et de toute la chaleur, que le vaste chapitre intitulé : *Chaleur statique*. Il y avait fait de belles découvertes; il y avait introduit surtout une plus grande précision des mesures; l'art expérimental lui devait des progrès qu'on croyait définitifs, et l'on citait avec raison son étude des lois du refroidissement comme un modèle inimitable. Or, dans le long ensemble de ses travaux, Dulong avait vu les gaz obéir aux mêmes lois de compressibilité et de dilatabilité, et, puisqu'ils avaient des propriétés physiques identiques, il les considérait comme étant composés de molécules indépendantes, privées d'actions réciproques, et seulement soumises à la répulsion du *calorique;* il en concluait que leurs dilatations mesurent le calorique et qu'il faut mesurer la température par la dilatation des gaz.

» Tel est, en substance, l'enseignement que reçut le jeune Regnault. Il ne l'accepta point; il se dit que peut-être cette identité prétendue des gaz n'était qu'approximative, qu'avant de conclure il faut être sûr des résultats, que la première chose à faire était de recommencer les mesures en les faisant mieux. Alors il n'eut plus qu'un but, celui d'apporter à l'art expérimental de nouveaux perfectionnements. On le vit aussitôt recommencer l'un après l'autre tous les travaux de Dulong, après avoir soumis à la critique la plus sévère tous les appareils et toutes les mesures. Il cherchait toutes les causes d'erreur pour les corriger toutes, multipliait les mesures pour effacer les erreurs accidentelles, et, comme tous les appareils apportent dans le résultat des erreurs particulières à chacun d'eux, il variait à l'infini leur forme et leur grandeur et s'arrêtait rigoureusement au degré d'approximation où ils concordaient tous.

» Quand on vient à comparer les appareils de Regnault avec ceux de ses

devanciers, on est frappé de l'extrême simplicité de ceux-ci et de l'extrême complication de ceux-là; si l'on cherche la raison de cette différence, on reconnaît que ces appareils simples laissaient subsister une foule de causes d'erreur qu'on ne pouvait corriger qu'approximativement, tandis que les organes nouveaux que Regnault imagine détruisent ces causes d'erreur et exemptent l'expérimentateur de la nécessité des corrections, et que, si l'appareil se complique, le résultat se simplifie.

» Regnault recueillit aussitôt les fruits de ces perfectionnements apportés dans l'art expérimental. Il devint évident que Dulong n'avait vu que les grandes lois générales et n'avait pas poussé l'approximation assez loin pour en découvrir les perturbations. Non, les gaz ne sont point également compressibles; non, ils ne se dilatent pas de quantités égales : chacun a son individualité, tous s'approchent du type idéal exprimé par la loi de Mariotte, aucun n'y obéit absolument. Chacun s'en écarte, avec une compressibilité moindre si on les chauffe, et, si on les refroidit, avec une compressibilité plus grande, qui s'exagère, qui prépare et finit par accomplir la transformation du gaz en liquide. C'est ainsi que M. Regnault a pu prédire et faire admettre par tous les physiciens que l'insuffisance des pressions était le seul obstacle à la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote, et que l'hydrogène lui-même, s'il était refroidi, prendrait une compressibilité excessive et se liquéfierait. On sait avec quel éclat cette prédiction fut accomplie, et l'Académie n'oubliera pas que, dans la séance où elle en reçut la nouvelle, Regnault siégeait pour la dernière fois au milieu de nous.

» Ce n'est point ici le lieu de raconter en détail tous les travaux de Regnault. Il me suffira de dire qu'il a passé en revue toutes les questions de la chaleur statique : il a mesuré la dilatation du mercure et trouvé la formule qui l'exprime, il a discuté de nouveau la question des températures et s'est décidé pour le thermomètre à air, non qu'il y ait aucune raison théorique de ce choix, mais parce qu'il est le seul thermomètre comparable, c'est-à-dire toujours identique à lui-même. Ce choix le conduisit à reconnaître que les mesures de la force élastique de la vapeur d'eau antérieurement effectuées ne signifiaient plus rien, puisque les températures avaient été mesurées par des thermomètres à mercure qui n'étaient point définis. Il fallait à tout prix les recommencer. Regnault n'hésita point, il les recommença. A mesure qu'il avançait dans cette revue de la chaleur, les difficultés se multipliaient, mais rien n'était capable de l'arrêter; il aborda les chaleurs spécifiques et, suivant son habitude, il étudia tous les corps de

la Chimie, aussi bien les corps simples que les sels, les solides que les liquides, et enfin les gaz. La loi de Dulong est sortie victorieuse de cette longue épreuve, et les chimistes, comme les physiciens, s'accordent pour en proclamer l'importance.

» Cette question des chaleurs spécifiques, déjà si vaste et si difficile quand il s'agit des solides ou des liquides, se complique encore davantage quand on veut étudier les gaz. Ceux-ci, en effet, peuvent être échauffés sans changer de pression ou bien sans changer de volume, et dans chacun des cas admettent une chaleur spécifique différente. Bien plus, le rapport de ces chaleurs est lié à la vitesse du son. Dès lors on conçoit l'utilité qu'il y avait à mesurer à la fois et ces chaleurs spécifiques et cette vitesse du son, et il fallait le faire pour tous les gaz. C'était un travail immense, et, bien qu'il fût déjà affaibli par un cruel accident qui l'avait conduit aux portes du tombeau, Regnault n'hésita point à l'entreprendre. Il eut le courage, il eut le temps de le terminer, mais ce fut le dernier. Il devint évident que sa belle intelligence allait progressivement s'affaiblir; il payait, comme autrefois Newton et Pascal, la rançon du génie. Un dernier coup lui fut porté par la perte d'un fils, son orgueil et sa gloire, qui était déjà et qui surtout promettait de devenir aussi grand dans les arts que le père l'avait été dans les Sciences. Le rôle de Regnault était désormais fini, son agonie commençait: elle a duré jusqu'à hier.

» Mais Regnault laisse un monument impérissable : toutes les grandes questions expérimentales relatives à la chaleur étudiées, toutes les lois empiriques des forces élastiques des chaleurs latentes trouvées, tous les coefficients numériques mesurés, avec une telle perfection que la critique la plus sévère n'y trouve rien à reprendre, et que la seule pensée de recommencer ces travaux immenses ne peut venir à aucun esprit, tant la conviction est profonde. Ce sont les fondements de la chaleur bâtis avec une solidité qui défie l'épreuve du temps. Là s'arrêtent le rôle et l'œuvre de Regnault : il n'y a que des nombres, que des coefficients mesurés, que des lois empiriques, il n'y a rien qui ressemble à une théorie.

» Mais, au moment précis où ces fondations de l'édifice étaient terminées, une conception hardie sur la nature de la chaleur éclôt subitement, presque en même temps, dans l'esprit de quelques hommes de génie. On démontre que la chaleur enfermée dans les corps n'est qu'une force vive emmagasinée et qu'elle résulte d'un mouvement moléculaire intestin. Aussitôt émise, cette idée se répand, l'analyse mathématique s'en empare et la précise. En quelques années, la Théorie mécanique est fondée. Regnault

n'a pris qu'une faible part à cet épanouissement des idées nouvelles, étant de ceux qui s'arrêtent à la limite précise où l'expérience finit. Mais c'est dans ses travaux que la théorie nouvelle a puisé à pleines mains tous ses arguments; elle est le couronnement de son édifice, et il semble qu'en cela la marche scientifique ait été dirigée par une logique providentielle qui a d'abord recueilli et classé tous les faits pour en chercher ensuite les causes. Or ce classement, ces mesures, ces fondations sont l'œuvre de Regnault; il y a peu d'hommes qui aient laissé derrière eux une trace aussi profonde et bâti un monument aussi glorieux. »

DISCOURS DE M. DAUBRÉE,

AU NOM DU CORPS DES MINES.

« Le savant illustre dont l'Académie des Sciences déplore si profondément la perte appartenait, comme ingénieur en chef, au corps des Mines, dont je suis ici l'interprète, et qui veut apporter à sa mémoire l'hommage de ses regrets et de son admiration.

» L'enfance de Regnault ne fut pas facile : ce n'est pas après de paisibles études, comme il arrive d'ordinaire, qu'il entra à l'École Polytechnique. Sa vie commença par des luttes pénibles et l'on vit chez lui, dès l'âge le plus tendre, se manifester la mâle énergie dont il a donné plus tard tant de preuves. Orphelin de père et de mère dès l'âge de huit ans, et privé de ressources, il fut réduit, peu d'années après, à entrer dans une maison de commerce de Paris, où, jusqu'à l'âge de dix-huit ans, il remplit les fonctions les plus humbles. Pendant qu'il s'acquittait de son modeste rôle de commis, il savait, tout en satisfaisant à ses devoirs, dérober à ses maîtres quelques quarts d'heure journaliers pour pénétrer dans la Bibliothèque nationale, qui lui révéla son aptitude pour les sciences. Il conçut ainsi le projet d'entrer à l'École Polytechnique, où il fut reçu en 1830.

» Sorti de cette pépinière de savants et d'ingénieurs, le second de sa promotion, il entra, en 1832, à l'École des Mines, comme élève ingénieur.

» Comme on peut le supposer, ses études y furent brillantes, quoiqu'il continuât à consacrer une grande partie de ses loisirs à des leçons au dehors, ainsi qu'il l'avait fait précédemment, lorsqu'il se préparait à l'École Polytechnique, et pendant ses deux années de séjour à cette laborieuse École; aussi fut-il classé assez avantageusement pour les terminer en deux ans, au lieu de trois, durée réglementaire. Après avoir fait

deux voyages d'instruction, l'un, en 1834, en Belgique et au Harz, l'autre, en 1835, en Wurtemberg et en Suisse, il rédigea quatre Mémoires qui sont déposés à la Bibliothèque de l'École des Mines et qui témoignent du succès avec lequel il étudiait toutes les questions techniques. Ils concernent les mines de houille des environs d'Aix-la-Chapelle, les mines et usines du Harz, les usines à fer de la principauté de Furstemberg et les principales salines du Wurtemberg. Ces voyages lui procurèrent, en outre, le précieux avantage d'entrer en relations scientifiques avec plusieurs des chimistes éminents de l'Allemagne.

» Quand il revint de son second voyage, à la fin de 1835, son maître Berthier, toujours bon appréciateur du mérite, le fit attacher au service du laboratoire de l'École des Mines. Trois ans plus tard, en février 1838, il fut nommé professeur adjoint de docimasie, et directeur adjoint du laboratoire, fonctions qu'il conserva pendant trois ans. Au mois de novembre 1840, d'autres occupations l'obligèrent à s'en démettre, et il eut alors Ebelmen pour successeur.

» Dès son entrée au laboratoire, on le vit produire des travaux nombreux et des plus remarquables. Il se sentit tout d'abord entraîné vers la Chimie organique, alors en plein essor. Mais il fut loin, pour cela, de négliger la Chimie minérale, qui faisait partie de ses fonctions. Dans la même année 1837, et malgré une maladie grave, contractée dans les fatigues du laboratoire, il publia deux travaux de premier ordre. Le premier concerne l'action de la vapeur d'eau à une haute température, sur les métaux et sur les sulfures, ce qui le conduisait à une nouvelle classification des métaux. L'autre est une étude magistrale, et restée classique, des combustibles minéraux, considérés dans leur ordre géologique, leur composition et leurs applications industrielles. Tous les ingénieurs et les maîtres de forges connaissent cet utile travail, qui a fait époque dans l'industrie comme dans la Science.

» Le chimiste de l'École des Mines vint aussi en aide à la Minéralogie par ses études sur la diallage et sur le mica; et à la Métallurgie par son procédé de dosage du carbone dans les fontes.

» L'ingénieur Regnault, après avoir quitté ses fonctions de professeur à l'École des Mines, reçut une mission du Ministre des Travaux publics, chef de la surveillance administrative des appareils à vapeur, sur la proposition de la Commission centrale des machines à vapeur (dont il fut nommé membre en avril 1843) : c'était de déterminer les principales lois physiques et les données numériques qui entrent dans le calcul des

machines à vapeur. Par des travaux de l'ordre le plus élevé, dont le rôle important dans nos connaissances vient d'être apprécié, Regnault rendit aussi des services de la plus haute portée à l'industrie féconde des appareils à vapeur.

» Grâces soient rendues à l'administrateur éminent, feu M. Legrand, directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, qui provoqua une mesure doublement féconde pour la Science et pour l'industrie en général. Le Ministère des Travaux publics a aussi droit à une part de reconnaissance pour la subvention dont il a encouragé l'exécution des expériences de Regnault et la publication de leurs résultats.

» A ce sujet, je ne crois pouvoir mieux faire que de citer textuellement la déclaration officielle suivante, insérée au *Moniteur*, pour motiver la promotion exceptionnelle au grade d'Ingénieur en chef, qui suivait immédiatement la publication du premier volume des résultats d'expériences :
« Les nombreuses expériences auxquelles s'est livré M. Regnault l'ont
» conduit à formuler de nouvelles données, d'après lesquelles certaines
» lois physiques, admises jusqu'à présent dans la Science, se trouvent rec-
» tifiées ou démontrées par le calcul. Les résultats obtenus par ce savant
» Ingénieur, compris dans une série de Mémoires dont la publication a été
» ordonnée par l'Administration, constituent l'un des plus remarquables
» travaux de Physique expérimentale qui aient été exécutés. C'est à la fois
» un monument scientifique et un travail de la plus haute utilité pour
» l'industrie, qui honore et son auteur et le corps des Ingénieurs des
» Mines, dont la mission et les services grandissent chaque jour [1]. »

» Regnault faisait une application non moins heureuse de ses travaux théoriques, quand il contribuait si efficacement à transformer la fabrication du gaz d'éclairage, et qu'il y prenait la part la plus active, dans une Commission spéciale nommée à ce sujet, conjointement avec trois Membres éminents de l'Académie des Sciences, MM. Morin, Chevreul et Peligot. En déterminant les éléments pratiques de la production du gaz, il faisait une nouvelle et heureuse application de ses études sur la constitution des combustibles minéraux.

» Ce fut aussi par une justice rendue à la science, aux connaissances de l'ingénieur, et aux aptitudes d'artiste héréditaires dans sa famille, que Regnault fut appelé, en 1852, à la direction de la Manufacture de Sèvres,

---

[1] *Moniteur universel* du 14 septembre 1847.

pour y succéder à l'ingénieur des Mines Ebelmen, fonction qu'il remplit jusqu'en 1870.

» Personne ne fut mieux doué que Regnault. A part la puissante intelligence et le génie que chacun connaît, avec cet esprit si lucide et si juste, inaccessible aux hypothèses et qui n'acceptait que cequ'il jugeait démontré, il possédait une dextérité exceptionnelle, qui s'était annoncée par son habileté dans tous les genres de dessins et qu'il mit plus tard bien heureusement à profit dans l'établissement des appareils les plus délicats, instruments de ses grandes découvertes.

» Malgré tous ces avantages, peu d'hommes ont été, comme on le sait, plus cruellement frappés, pendant les dernières années de sa vie. Quel douloureux contraste, si nous nous reportons à trente-cinq années en arrière, lorsque nous nous le rappelons, ayant vaincu toutes les difficultés de son adolescence, avec tous les charmes séduisants de la jeunesse et de l'esprit, entouré d'une charmante famille dont il était l'idole, au milieu des succès les plus brillants, recevant de toutes parts les honneurs les mieux mérités! Sa foi religieuse pouvait seule le consoler, et cette consolation ne lui a pas manqué.

» Qu'il soit permis à un de ses camarades et plus anciens amis de joindre ici l'expression personnelle de son affection et de sa douleur à l'hommage du corps des Mines et de l'École des Mines, qui conserveront toujours la mémoire de Regnault comme un de leurs titres les plus glorieux. »

DISCOURS DE M. LABOULAYE,

AU NOM DU COLLÉGE DE FRANCE.

« MESSIEURS,

» Au nom du Collége de France, je viens rendre un dernier hommage à notre illustre et regretté collègue, M. Victor Regnault.

» Il nous a appartenu pendant trente années, qui ont été les plus fécondes et les plus heureuses de sa vie.

» Lorsqu'en 1841 le Collége de France et l'Académie des Sciences appelèrent Victor Regnault à recueillir l'héritage de Savart et d'Ampère, tout le monde applaudit à ce choix excellent. Quoique bien jeune encore, Regnault, déjà Membre de l'Institut, avait des titres assez considérables pour qu'on ne le jugeât pas indigne de succéder à ces glorieux devanciers.

» Peu de débuts ont été aussi brillants que le sien. Ce jeune homme, qui avait l'air et la vivacité d'un adolescent, était un professeur accompli. On n'a pas oublié son cours d'Optique : c'était la première exposition méthodique des belles recherches de Fresnel et d'Arago. De cet auditoire, où les élèves étaient plus âgés que le maître, est sortie toute une génération de savants, parmi lesquels, pour ne parler que des morts, on me permettra de citer un homme, trop tôt enlevé à la Science, M. Foucault.

Un peu plus tard, M. Regnault aborda l'étude de la chaleur. Il soumit à un contrôle sévère une théorie généralement acceptée, mais qui ne répondait plus à la variété des faits observés. Pendant de longues années, ces recherches, poursuivies avec une patience et un soin sans pareil, ont donné au laboratoire de Physique du Collége de France un renom universel. On venait de l'étranger pour suivre ces travaux qui intéressaient l'Industrie non moins que la Science. On ne se lassait pas d'admirer l'observateur habile et ingénieux qui apportait à ces expériences difficiles un degré de finesse et de précision que la nature des phénomènes ne paraissait pas comporter.

Parvenu à la maturité de l'âge et du talent, M. Regnault pouvait regarder l'avenir sans crainte, quand il fut frappé d'une façon terrible. Le 19 janvier 1871, son fils, le digne héritier de son nom, la gloire de sa vieillesse, tombait héroïquement à Buzenval ; et, pour comble de malheur, notre cher collègue n'avait même pas le refuge de l'étude, la dernière consolation de ceux qui souffrent, parce qu'elle leur permet au moins d'oublier : ses papiers, ses appareils, restés à Sèvres, avaient été détruits ou dispersés par l'ennemi. M. Regnault ne devait plus retrouver les manuscrits où, durant plusieurs années, il avait consigné une longue série d'expériences si délicates, qu'il est permis de craindre qu'on ne les reprenne pas de longtemps.

» En 1873, de nouveaux deuils lui portèrent le dernier coup. L'âme et le corps brisés, Victor Regnault ne fit plus que languir.

» Quelquefois sa pensée se ranimait et réveillait en lui le souvenir de ses études favorites. Il avait fait transporter à la campagne les débris de son laboratoire de Sèvres; il voulait consacrer le peu qui lui restait de vie à reconstituer une sorte de Musée historique de ses expériences, afin de transmettre à des successeurs plus heureux le flambeau qui lui tombait des mains.

» C'était le rêve d'un malade dont les instants étaient comptés. Il nous a été enlevé au jour anniversaire de la mort de son fils, le 19 janvier, date

fatale à inscrire sur le tombeau de deux hommes qui tous deux ont honoré la France et que la France n'oubliera pas. Pour nous, qui avons connu et aimé Victor Regnault, nous garderons pieusement son souvenir; nous mettrons son nom à côté de celui des Ampère, des Savart, des Biot, des Balard, des Élie de Beaumont, de tous ces savants qui ont fait la gloire du Collége de France, non-seulement par l'éclat de leurs découvertes, mais aussi par l'exemple d'une vie dévouée tout entière à la poursuite de la vérité. »

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* ...... Michel et Médan.
- *Alger* ...... Garault St-Lager. / Orlando.
- *Amiens* ..... Hecquet-Decobert.
- *Angoulême* .. Debreuil.
- *Angers* ...... Germain et Grassin. / Lachèse, Belleuvre et Ce.
- *Bayonne* .... Cazals.
- *Besançon* ... Marion
- *Cherbourg* ... Lepoittevin.
- *Bordeaux* ... Chaumas / Sauvat.
- *Bourges* .... David.
- *Brest* .... Lefournier.
- *Caen* .... Legost-Clérisse.
- *Chambéry* ... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Rousseau.
- *Dijon* ...... Lamarche.
- *Douai* ...... Bonnard-Obez. / Crépin.
- *Grenoble* ... Drevet.
- *La Fère* .... Bayen.
- *La Rochelle*. Hairitau.
- *Lille* .... Beghin. / Quarré.
- *Lorient* .... Charles.
- *Lyon* .... Beaud. / Palud.
- *A Marseille* ... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier* . Coulet. / Seguin.
- *Moulins* ..... Martial Place.
- *Nantes* ..... Douillard frères. / Mme Veloppé.
- *Nancy* ...... André. / Grosjean.
- *Nice* .... Barma. / Visconti.
- *Nîmes* ...... Thibaud.
- *Orléans* .... Vaudecraine.
- *Poitiers* .... Ressayre.
- *Rennes* .... Morel et Berthelot. / Verdier.
- *Rochefort* ... Brizard. / Valet.
- *Rouen* ...... Métérie. / Herpin.
- *St-Étienne* .. Chevalier.
- *Toulon* ..... Rumèbe aîné. / Rumèbe jeune.
- *Toulouse* .... Gimet. / Privat.
- *Valenciennes*. Giard. / Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam*. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* .. Verdaguer.
- *Berlin* ..... Asher et Cie.
- *Bologne* .... Zanichelli et Cie.
- *Boston* ..... Sever et Francis.
- *Bruxelles* ... Decq et Duhent. / Merzbach et Falk.
- *Cambridge* .. Dighton.
- *Édimbourg* .. Seton et Mackenzie.
- *Florence* .... Jouhaud.
- *Gand* .... Clemm.
- *Gênes* ...... Beuf.
- *Genève* ..... Cherbuliez.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* ... Imer-Cuno.
- *Leipzig* ..... Brockhaus. / Twietmeyer. / Voss.
- *Liége* ...... Bounameaux. / Gnusé.
- *Londres* .... Dulau / Nutt.
- *Luxembourg*. V. Büch.
- *Milan* ...... Dumolard frères.
- *A Moscou* .... Gautier.
- *Madrid* ..... Bailly-Baillière. / Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York* .. Christern.
- *Oxford* ..... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Pédone-Lauriel.
- *Porto* ...... Magalhães et Moniz. / Chardron.
- *Rio-Janeiro*. Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères.
- *Rotterdam* .. Kramers.
- *Stockholm* .. Samson et Wallin.
- *St-Pétersb.* .. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Turin* ...... Bocca frères. / Brero.
- *Varsovie* .. Gebethner et Wolff.
- *Venise* ..... Ongania.
- *Vérone* ..... Drucker et Tedeschi.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich* ..... Franz Hanke. / Schmidt.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 21 Janvier 1878.)

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE, AUX FUNÉRAILLES DE M. BECQUEREL.

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE, AUX FUNÉRAILLES DE M. REGNAULT.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 4 (28 Janvier 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 28 JANVIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

M. **Peligot**, Président de l'Académie, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

« L'année qui vient de finir a laissé dans nos rangs un grand vide : au mois de septembre, nous avons perdu M. Le Verrier. Une autre année commence à peine et nous avons à déplorer la perte de deux illustres confrères, M. A. Becquerel et M. Regnault. Nos pensées se portent avec obstination vers ceux que la mort nous a ravis. Mon premier devoir est de me rendre l'interprète des regrets de l'Institut, du pays et de tous ceux qui s'intéressent aux plus hautes manifestations de l'intelligence humaine.

» Des voix autorisées diront bientôt la part considérable qui revient à chacun de nos confrères dans les progrès de la Science contemporaine. Leurs noms appartiennent déjà à la postérité. La découverte de la planète Neptune sur le point du ciel que le calcul lui assignait a donné au nom de Le Verrier une popularité de bon aloi, en même temps qu'elle conservait à l'Astronomie française un rang que personne ne songeait à nous disputer. Par un labeur persévérant, Le Verrier a refait toute la théorie de notre système planétaire; organisateur puissant aussi bien que grand astronome, il a doté nos ports d'un système d'avertissement des tempêtes que d'autres pays ont imité et qui rend journellement à la marine les services les plus signalés. Son œuvre était complète au moment de sa mort prématurée : sa gloire restera l'une des plus grandes de notre pays et de notre siècle.

» La Physique doit à M. Becquerel d'importantes découvertes. Pendant sa longue carrière, notre confrère a créé, sous le nom d'*électrochimie*, une branche nouvelle de la Science. Il a réalisé la formation artificielle d'un grand nombre d'espèces minérales. Ces études, commencées il y a plus d'un demi-siècle, poursuivies jusque dans ces derniers temps avec une ardeur et une curiosité toutes juvéniles, exécutées avec des appareils aussi simples qu'ingénieux, ont, pour beaucoup de substances, précédé la synthèse minéralogique, l'une des conquêtes de la Science contemporaine. Je n'ai point à parler ici du caractère si sympathique de M. Becquerel, ni de son dévouement à l'Académie : aucun de ceux qui ont eu accès auprès de lui ne peut perdre le souvenir de sa bonté et de son inaltérable bienveillance.

» M. Regnault avait débuté par d'importants travaux de Chimie; mais c'est surtout à la Physique qu'il doit son illustration. Ses recherches sur la chaleur spécifique des corps simples et des corps composés; sur la dilatation des gaz; sur la force élastique de la vapeur d'eau; sur l'hygrométrie, etc., servent de guide et de modèle à tous ceux qui s'occupent de travaux analogues ; elles font partie depuis longtemps de l'enseignement de la Physique et de la Chimie. Nul n'était mieux doué que notre regretté confrère et ne possédait des connaissances scientifiques plus étendues et plus variées : il était à la fois géomètre, physicien, chimiste, géologue, mécanicien, ingénieur. L'heureuse conception de ses appareils, la sûreté des déductions qu'il tirait d'expériences exécutées avec une incomparable habileté lui donnent une place à part parmi les plus illustres physiciens de notre époque.

» Moins heureux que M. Becquerel, qui a vu son fils et son petit-fils conserver à la Science le nom qu'il a illustré, M. Regnault eut à lutter contre des malheurs de famille inouïs. La mort glorieuse de son fils Henri, sans abattre son courage, avait détruit sa santé. Paralysé depuis plusieurs années, son intelligence était restée intacte, et c'est avec émotion que l'Académie garde le souvenir des éloges qu'il donnait, dans une de nos dernières séances, aux remarquables expériences sur la liquéfaction des gaz faites à Paris et à Châtillon-sur-Seine par M. Cailletet, et à Genève par M. Raoul Pictet.

» Les prix que nous avons à distribuer sont nombreux ; ils témoignent tout à la fois de l'ardeur avec laquelle les sciences sont cultivées et des ressources qui sont à la disposition de l'Académie. Un de nos anciens Présidents, M. Faye, comparait, dans une de nos séances publiques, les reve-

nus qu'elle avait au XVIII[e] siècle à ceux dont elle disposait il y a trois ans; elle avait, en 1788, 8727 livres de rente; son revenu en 1874 s'élevait à 110 000 francs; il a augmenté depuis d'une manière sensible. « Il est vrai, » ajoute M. Faye, que tout a changé entre les deux époques: non pas seu» lement le chiffre des revenus, mais les conditions sociales, les idées, les » besoins, les intérêts et surtout la Science elle-même. »

» Qu'il me soit permis de chercher d'un œil curieux les origines de quelques-uns des prix que nous avons à décerner. Pour toutes les Académies, aucun moyen d'aider au développement des sciences, des lettres ou des arts ne paraît avoir une plus grande efficacité.

» En remontant à la création de notre Compagnie, qui date de l'année 1666, et à sa réorganisation, en 1699, les règlements de cette dernière époque, ainsi que les éloges faits par Fontenelle, l'un de ses premiers Secrétaires perpétuels, établissent combien était grande la prééminence des sciences mathématiques sur ce que nous appelons aujourd'hui les sciences physiques; celles-ci, en effet, naissaient à peine ou commençaient à se développer. Aussi, dans les premiers temps de son existence, l'Académie s'exerçait surtout sur l'étude des grands problèmes de l'univers; ce n'est que beaucoup plus tard que les perfectionnements apportés aux moyens d'observation permirent d'appliquer le calcul aux travaux de la Physique et de la Chimie; ces perfectionnements ont concouru en même temps aux progrès des sciences naturelles.

» Il semble d'ailleurs qu'à cette époque tous ceux qui cultivaient les Sciences devaient se trouver réunis dans l'une des quatre classes qui composaient l'Académie Royale des Sciences : les honoraires, les pensionnaires, les associés et les élèves; leurs travaux étaient l'objet d'une sorte de réglementation qui serait assurément bien gênante aujourd'hui. « Au commen» cement de chaque année, disait l'article XXI du règlement du 26 janvier » 1699, chaque Académicien pensionnaire sera obligé de déclarer par écrit » à la Compagnie le principal ouvrage auquel il se proposera de tra» vailler, et les autres académiciens seront invités à donner une semblable » déclaration de leurs desseins. »

» La première fondation des prix décernés par l'Académie royale des Sciences est celle de Rouillé de Meslay, ancien conseiller au Parlement; elle remonte à l'année 1720.

» Ces prix, dont le sujet était proposé par la Compagnie, ont donné lieu à des travaux considérables qui sont réunis dans neuf volumes de ses publications. En 1738, la question proposée était sur la *nature du feu*. Le Mé-

moire de la marquise du Châtelet et de Voltaire faillit obtenir le prix, qui fut décerné à Euler. En 1777, les *épices,* c'est-à-dire la rétribution attribuée par le testament de M. de Meslay aux juges des concours qu'il avait institués, furent transformées en un prix de Physique, sur la demande des juges eux-mêmes.

» Parmi les noms des lauréats de ces concours, on remarque ceux d'Euler, de Daniel et de Jean Bernoulli, de l'abbé Bossut, de Lagrange, etc. Quarante ans après l'exemple donné par Rouillé de Meslay, un prix consistant en une médaille d'or d'une valeur de 600 livres, médaille dont le testateur avait indiqué le sujet et l'exergue, était fondé par M. Mignot de Montigny.

» Beaucoup d'autres prix ont été proposés par l'Académie dans la seconde moitié du siècle dernier ; leur simple énoncé serait trop long, malgré l'intérêt qu'il présenterait. Néanmoins je ne puis me dispenser de mentionner deux de ces fondations.

» Un anonyme, qui n'était autre que M. de Sartine, lieutenant général de police, proposait, en 1763, un prix ayant pour sujet l'*illumination d'une grande ville.* L'Académie, après avoir remis cette question au concours, avait reçu en 1766 une quarantaine de Mémoires : « Elle a distingué, dit le
» Rapport, dans les Mémoires de la première classe, la pièce n° 36 qui a
» pour devise : *Signabitque viam flammis,* dont l'auteur est M. Lavoisier.
» L'Académie a résolu de publier cette pièce et M. de Sartine a engagé
» le Roy à lui accorder une médaille d'or, qui lui a été publiquement re-
» mise par le Président de l'Académie, le 9 avril 1766. »

» Ce travail a paru pour la première fois dans les *Œuvres de Lavoisier,* dont la publication est surveillée avec tant de soin par notre illustre Secrétaire perpétuel, M. Dumas.

» Une autre fondation, faite par le roi Louis XVI, présente, au point de vue historique, un intérêt particulier : c'est le prix *de l'alcali.*

« L'Académie, dit le programme, conformément aux intentions du Roi,
» propose, pour l'année 1783, un prix de 2400 livres à l'auteur du Mé-
» moire qui aurait trouvé le procédé le plus simple et le plus économique
» pour décomposer en grand le sel de mer, en extraire l'alcali, qui lui sert
» de base, dans son état de pureté, dégagé de toute combinaison acide ou
» autre, sans que la valeur de cet alcali minéral excède le prix de celui
» que l'on tire des meilleures soudes étrangères. »

» Ce prix avait été proposé de nouveau pour l'année 1785, puis pour la troisième fois en 1787; l'Académie, dit encore le programme, pronon-

cera son jugement dans son assemblée publique de Pâques 1788. On sait que, *quatre années* plus tard, le Comité de Salut public faisait appel aux chimistes pour la solution de cette même question. L'appel fut entendu cette fois; mais on ne saurait nier que, par son insistance, l'Académie n'ait contribué à la recherche et à la découverte du procédé de fabrication de la soude artificielle, qu'on doit à Leblanc, l'une des plus grandes conquêtes de l'industrie moderne.

» On sait que toutes les Académies furent supprimées par un décret du 8 août 1793. Deux années plus tard, l'Institut était créé; il était divisé en trois classes, les Sciences physiques et mathématiques, les Sciences morales et politiques, la Littérature et les Beaux-Arts. Des prix furent institués par l'État: « L'Institut national proposera six prix tous les ans : chaque classe » indiquera les sujets de deux de ces prix qu'elle adjugera seule ».

» Aujourd'hui l'Académie reçoit du Gouvernement les sommes affectées alternativement au grand prix des Sciences mathématiques et au grand prix des Sciences physiques : elle décerne à des époques déterminées un prix de 6000 francs pour tout travail destiné à accroître l'efficacité de nos forces navales; enfin elle dispose tous les dix ans du prix biennal de 20 000 francs. La part la plus considérable de ses revenus vient des legs qui lui ont été faits par de généreux fondateurs: c'est surtout à l'initiative individuelle qu'elle doit le patrimoine scientifique dont elle dispose chaque année en faveur de ses lauréats.

» Je dois ajouter, en ce qui concerne ces fondations, que l'Académie se montre toujours sévère sur les conditions dans lesquelles elles sont instituées; avant de demander au Gouvernement l'autorisation d'accepter le legs qui lui est fait, elle examine si ces conditions ne lèsent en rien les droits de la famille; si la volonté du testateur n'exprime pas des vœux d'une réalisation impossible et si la destination du prix est conforme à ses traditions et à la nature des encouragements qu'elle a mission de décerner : ce n'est qu'après une enquête rigoureuse que la donation est acceptée. Depuis cinquante ans environ, l'Académie, tout en rendant hommage aux bonnes intentions des testateurs, a dû refuser dix-sept donations, dont plusieurs représentaient une valeur considérable.

» Signaler à la reconnaissance publique les noms de ces bienfaiteurs de la Science est un devoir que l'Académie remplit chaque année, en publiant les programmes des prix qu'elle est appelée à décerner. Par un singulier revirement des tendances actuelles, les legs pour les Sciences physiques et leurs applications sont aujourd'hui plus nombreux que pour les Sciences ma-

thématiques : on peut le regretter, car ces dernières n'offrent pas toujours à ceux qui les cultivent des moyens d'existence en rapport avec le mérite et l'importance de leurs travaux.

» La fondation la plus ancienne, depuis que l'Institut a été créé, est celle du célèbre astronome Lalande qui, au commencement de ce siècle, offrait à l'Académie, dont il faisait partie, une somme de 10000 francs dont le revenu sert chaque année à donner un prix à celui qui a fait l'observation la plus curieuse ou le Mémoire le plus utile pour les progrès de l'Astronomie, en France ou ailleurs. « Si, pour accepter » cette petite fondation, dit le donateur, l'Institut croit avoir besoin » de l'autorisation du Gouvernement, je le prie de vouloir bien » la demander; je lui aurai l'obligation de pouvoir rendre à l'Astronomie » une partie de ce que j'en ai reçu, et c'est ce que j'ai tâché de faire jus- » qu'à présent. »

» Plusieurs prix ont une semblable origine; leurs fondateurs ont voulu, sans nul doute, affirmer d'une manière durable l'intérêt qu'ils portaient aux progrès de la Science qu'ils cultivaient avec éclat et, en même temps, leur gratitude envers la compagnie dont ils faisaient partie : telle est l'origine des prix fondés par le Dr Lallemand, par le Dr Montagne, prix dont l'Académie n'a encore que la nue propriété; par M. Serres, par le maréchal Vaillant, par M. Claude Gay; telle est aussi, dans un ordre d'idées peu différent, celle des prix que l'Académie doit à Mme la marquise de Laplace, à Mme la baronne de Damoiseau, à Mme Poncelet, à Mlle Le Tellier de Savigny, à Mme Valz; animées d'un même sentiment pieux, ces donatrices ont voulu perpétuer par un monument digne d'elles une mémoire déjà chère à la Science.

» D'autres fondations, faites par des personnes étrangères à l'Académie, ont la destination expresse de récompenser des études qui ont été l'honneur de la vie de ceux qui les ont instituées; les prix fondés par M. le baron de Morogues pour les progrès de l'agriculture; par M. Barbier et par M. Godard pour les sciences médicales; par M. Desmazières et par M. Thore pour l'étude des végétaux cryptogamiques; par M. La Fons Mélicocq pour le meilleur ouvrage de Botanique sur le nord de la France; par M. Fourneyron pour la Mécanique appliquée, rappellent les services que ces donateurs ont rendus aux sciences dont, après leur mort, ils cherchent à encourager les progrès.

» Telle est aussi l'origine du legs fait par le Dr Jecker : né en Suisse, ayant fait à Paris ses études médicales, M. Jecker avait acquis en Amérique une

grande fortune en y exerçant la profession de médecin. De retour en France, il a, par un souvenir reconnaissant, légué à l'Académie des Sciences une somme de 200 000 francs, dont le revenu est destiné à récompenser annuellement les meilleurs travaux sur la Chimie organique. Ce prix a eu déjà des conséquences considérables pour les progrès de cette branche de la Science.

» D'autres donations ont été inspirées par l'amour exclusif de la Science et du bien public; au premier rang se trouvent celles que nous devons à M. de Montyon; ce grand homme de bien, auquel l'ancienne Académie devait déjà des prix qui avaient disparu avec elle, fondait de son vivant, en 1817, sous le voile de l'anonyme, un prix de Statistique et, deux années plus tard, un prix de Physiologie expérimentale et un prix de Mécanique; puis, en 1835, il laissait par son testament un capital considérable pour des prix de Médecine et de Chirurgie et pour récompenser les auteurs de travaux ayant pour résultat de rendre un art moins insalubre : une autre donation était faite en faveur de l'Académie française. Il semble qu'en faisant ce partage, M. de Montyon se souvenait du vers du poëte latin :

Orandum est ut sit mens sana in corpore sano,

confiant à l'Académie française les soins de l'âme, guérie, soulagée ou consolée par les prix de vertu qu'elle décerne chaque année, et à l'Académie des Sciences les soins du corps.

» Parmi les fondations que l'Académie doit aux personnes s'intéressant à la Science ou désirant concourir aux progrès de l'art de guérir, nous devons mentionner le legs de M. Bordin, ancien notaire; celui de M. Bréant pour la guérison du choléra; le prix fondé par M. le baron de Trémont, ancien préfet, laissant une rente pour aider un savant, un ingénieur, un artiste ou un mécanicien, auquel une assistance serait nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France; le prix Chaussier pour des travaux de Médecine; le prix Pourat pour la Physiologie; le prix fondé par M. Gegner, ancien employé du Ministère des Finances : ce prix est destiné à venir en aide à un savant qui se serait déjà signalé par des travaux sérieux. Une fondation récente a été faite par M. Dusgate pour le meilleur ouvrage sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

» Enfin, au nombre des legs les plus importants, les plus fructueux pour la Science, il convient de rappeler d'une façon toute spéciale celui qui a été fait en 1869 par M. le Dr Louis Lacaze. Mettre à la disposition de notre Compagnie trois prix biennaux de 10 000 francs chacun, destinés à récom-

penser les meilleurs travaux sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie, c'est concourir de la façon la plus efficace et la plus noble aux progrès de ces sciences : ces prix, qui ne sont pas partageables, d'après la volonté du testateur, sont, pour ceux qui les reçoivent, un honneur, un engagement et, en même temps, un moyen pour continuer à suivre la voie qui les a déjà conduits à d'importants résultats scientifiques.

» Avant de proclamer les noms des lauréats de nos Concours, je dois dire encore quelques mots, non sur les récompenses que nous décernons, mais sur une lacune que semblerait présenter un des Rapports faits par les Commissions de l'Académie. Il y a déjà plus de deux ans, M. Lecoq de Boisbaudran, déjà connu par d'importants travaux, découvrait dans un minerai de zinc un nouveau métal, auquel il a donné le nom de *gallium*. Malgré les difficultés qu'il a rencontrées dans l'extraction de ce corps et dans l'étude de ses propriétés, l'étude qu'il en a faite ne laisse aucun doute sur son existence et sur ses principaux caractères. La découverte d'un corps simple est toujours un fait considérable pour la Science. Aussi à ceux qui s'étonneraient que celle du gallium n'ait pas encore été consacrée par une de nos récompenses, nous dirons qu'il n'y a de la part de l'Académie ni indifférence ni oubli : elle attend que M. Lecoq de Boisbaudran, qui n'a eu jusqu'ici à sa disposition que des quantités très-minimes de gallium, en ait préparé des quantités assez considérables pour compléter une étude qu'il a si brillamment commencée. La consécration académique de sa découverte viendra à son heure.

Nous devons faire la même réserve à l'égard des mémorables expériences sur la liquéfaction des gaz que, faute de moyens suffisants de compression et de refroidissement, on regardait comme étant des gaz permanents ou incoërcibles. Les jours où ces découvertes ont été annoncées à l'Académie ont été pour elle des jours de fête; mais ces résultats sont tout récents, et il n'appartient pas au Président attardé de l'année 1877 de vous entretenir de travaux qui datent d'hier ou qui s'accomplissent aujourd'hui. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1877.

PRIX EXTRAORDINAIRES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, Bertrand, Bouquet, Puiseux rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet de prix, pour l'année 1877, la question suivante :

« *Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à* » *l'étude des courbes algébriques.* »

La Commission est d'avis de ne pas décerner le prix cette année et de proroger le Concours à l'année 1878.

Cette conclusion est adoptée par l'Académie.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Blanchard, de Quatrefages, P. Gervais, Milne Edwards rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour le prix à décerner en 1877, le sujet suivant :

« *Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés* » *édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.* »

Aucun Mémoire n'ayant été reçu au Secrétariat, l'Académie maintient la question au Concours et en proroge le terme à l'année 1879.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Resal, Tresca, Bertrand rapporteur.)

L'Académie décerne le prix Poncelet à M. Laguerre, commandant d'artillerie, examinateur d'admission à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE).

(Commissaires : MM. Rolland, Resal, Morin, Tresca, Phillips rapporteur.)

M. Caspari, ingénieur hydrographe, a publié un travail intitulé : *Études sur le mécanisme et la marche des chronomètres,* dans le *Bulletin du Dépôt général des Cartes et Plans de la Marine* (11e Cahier, 1876). Ce travail est un résumé complet de nos connaissances actuelles sur l'art et la science de la Chronométrie, et il renferme un certain nombre de Mémoires originaux, dans lesquels les faits déduits de la théorie sont soumis au contrôle de l'expérience. S'appuyant sur les méthodes fondées par plusieurs des Membres de l'Académie, l'auteur ne s'est pas contenté d'exposer et de développer les conséquences dues à ses devanciers, mais il a su établir des résultats nouveaux et intéressants. En résumé, l'œuvre de M. Caspari, faite avec beaucoup de soin et de talent, sera lue avec profit par toutes les personnes qui s'occupent de la construction et de l'emploi des chronomètres.

En conséquence, l'Académie a décerné le prix de Mécanique fondé par M. de Montyon à M. Caspari.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Phillips, Morin, Rolland, Resal, Tresca rapporteur.)

On sait que le progrès le plus considérable qui ait été apporté, depuis le commencement de ce siècle, à la machine de Watt, est celui par lequel

Woolf a utilisé dans un second cylindre la détente de la vapeur. La première application des machines de Woolf date de plus de soixante ans, et il en a fallu plus de cinquante, depuis lors, pour que le même principe vînt à être utilisé dans les machines marines, soit par notre savant confrère M. Dupuy de Lôme, sous une forme particulière et très-favorable, soit à peu près à la même époque, par M. Benjamin Normand, du Havre, avec réchauffage intermédiaire, et par MM. Randolph et John Elder, de Glasgow, au moyen de dispositions analogues, qui ont été depuis lors complétement modifiées.

Les avantages que présente la machine de Woolf, sous le rapport de la régularité de marche, ont déterminé pendant longtemps la préférence des constructeurs; mais, en prolongeant autant la détente, dans un seul cylindre, on peut dire aujourd'hui que cette meilleure utilisation de la vapeur se traduit, dans toutes les dispositions, par une consommation inférieure à 1 kilogramme de combustible par force de cheval et par heure, lorsque l'expansion tout entière est utilisée dans des conditions vraiment rationnelles.

La forme monumentale de la machine à balancier a été depuis lors remplacée par des dispositions équivalentes, beaucoup plus simples, et la machine primitive de Woolf ne s'est conservée que dans les pays de filature, où on la recherche encore en raison de sa plus grande régularité. On a cherché, plus récemment, à combiner autrement les deux cylindres de Woolf, mais sans obtenir toujours les mêmes avantages, et en ce qui concerne les machines marines en particulier, pour lesquelles le travail moteur doit pouvoir varier entre des limites souvent fort étendues, on a trop souvent été conduit par l'expérience à ne se servir que dans une mesure fort restreinte des moyens de détente variable établis à grands frais, et à y substituer, pendant les manœuvres, l'étranglement de l'orifice d'admission, qui a pour effet inévitable d'augmenter la dépense du combustible.

Cette fâcheuse tendance s'explique aujourd'hui par l'étude approfondie à laquelle s'est livré M. DE FRÉMINVILLE, Directeur du génie maritime, sur les conditions auxquelles devrait satisfaire le mode de distribution de ces machines. En général, les périodes d'admission doivent être déterminées séparément, dans les deux cylindres, à certaines règles fixes, qui n'avaient pas été établies, et qu'il est absolument nécessaire d'observer si l'on veut obtenir, de la machine de Woolf modifiée, le même travail moteur que par la détente directe.

Dans les nouvelles dispositions, plus d'un insuccès doit être attribué à la grandeur des espaces nuisibles des deux cylindres, à celle surtout de l'espace intermédiaire, auquel il convient cependant de conserver, dans certains cas, des dimensions considérables.

Dans la machine originale, à balancier, l'espace intermédiaire étant très-restreint, les pertes de travail qui en résultent sont également très-restreintes (1 ou 2 pour 100), et ce type reste comme l'un des plus parfaits, au double point de vue de l'utilisation de la vapeur et de l'extrême régularité de la marche.

Cette petitesse relative de l'espace intermédiaire n'a pu être conservée pratiquement dans les machines dont les cylindres sont placés bout à bout, et l'examen qui a été fait par M. de Fréminville démontre que ce système donne lieu à une perte notable de travail, qu'il nous apprend à éviter, cependant, en limitant convenablement l'admission dans le grand cylindre, ce qui détermine en réalité une sorte de compression pendant la dernière partie de la course du petit piston, au grand bénéfice du travail réalisé et d'une certaine récupération de chaleur.

Cette disposition, qui offrirait de grandes ressources pour augmenter la détente dans les anciennes machines, par l'addition d'un petit cylindre au cylindre déjà existant, n'est pas, sous le rapport des organes de transmission, la plus simple. En juxtaposant les deux cylindres, on parvient, en outre, à faire agir les tiges de piston sur deux manivelles à 90 degrés. L'évacuation du petit cylindre exige alors que la vapeur soit reçue dans une capacité intermédiaire où s'alimentera le second cylindre. Il importe ainsi de donner à ce réservoir intermédiaire des dimensions suffisantes pour que les variations de pression y soient très-peu sensibles. D'un autre côté, la détente se détermine, d'après les nouvelles règles fixées par M. de Fréminville, dans l'un et l'autre cylindre, de manière à réduire complétement les pertes de travail au minimum, tout en répartissant à volonté le travail total entre les deux cylindres. Les conclusions auxquelles l'auteur arrive sous ce rapport peuvent être réalisées, pour chaque cylindre, au moyen d'une distribution distincte, déterminée par l'emploi de la coulisse de Stephenson.

Les machines à trois cylindres jouissent également de ces avantages, et en particulier les machines Compound de M. Dupuy de Lôme se prêtent au même rendement que les machines primitives de Woolf, sous la seule condition de régler la durée de l'admission d'après les mêmes règles.

M. de Fréminville a étudié aussi le système dans lequel il y aurait cascades successives du premier au second cylindre, puis du second au troisième, et il établit que cette disposition, qui semblerait, au point de vue de la réalisation du cycle de Carnot, préférable, est cependant quelque peu inférieure, même à ne considérer seulement que les diagrammes théoriques.

Les règles que l'auteur a établies pour satisfaire, dans tous les cas, aux meilleures conditions n'en sont plus d'ailleurs à leur première application; parfaitement exactes en elles-mêmes et basées sur des formules suffisamment approximatives, elles ont été employées à la rédaction des projets des plus importants bâtiments de l'État dans ces dernières années : le *Tourville*, le *Labourdonnaie*, le *Bisson*, la *Tempête*, etc. Ces mêmes formules ont servi, en outre, à discuter les résultats d'expériences fournis par soixante ou quatre-vingts autres machines depuis 1874.

Cette consécration positive a été prise en grande considération par la Commission, qui, à l'unanimité, propose de décerner à M. **de Fréminville** le prix de la fondation Plumey pour l'année 1877.

Ces conclusions sont adoptées par l'Académie.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Phillips, Morin, Rolland, Resal, Tresca rapporteur.)

Conformément aux intentions du fondateur de ce prix, l'Académie a désigné le sujet spécial auquel s'appliquera cette année le concours : « *Une machine à vapeur pour tramways* ». L'actualité de la question motivait surabondamment le choix de l'Académie; mais, parmi les différents systèmes qui ont été proposés : l'emploi d'une locomotive à vapeur, celui de la machine à eau chaude et enfin celui de la machine à air comprimé, l'expérience n'a pu encore décider, et dans cette situation encore indécise il a paru à vos Commissaires qu'il y avait lieu de rechercher pour l'attribution du prix, parmi les locomotives de petite exploitation et de construction nouvelle, celle qui se ferait remarquer par un sérieux progrès sous le rapport théorique et pratique.

La locomotive de M. **Mallet**, qui est d'ailleurs, avec de très-petites modifications, exécutée aussi pour le service des tramways (le Havre à Montivil-

liers), nous a paru répondre à cette double condition; elle est nouvelle en ce sens que ses deux cylindres ont des fonctions différentes : la vapeur à pleine pression est introduite dans le premier cylindre où elle commence à se détendre, et achève ensuite son évolution dans le second cylindre, qui seul donne lieu à un échappement.

Ce système, dit *Compound*, se recommande, à première vue, par la promesse d'une diminution de consommation kilométrique, qui s'est trouvée d'ailleurs justifiée par la mise en exploitation de trois locomotives de M. Mallet par le chemin de fer d'intérêt local de Bayonne à Biarritz, sur lequel la consommation en charbon s'est abaissée, y compris l'allumage et la mise en feu, à moins de 4 kilogrammes par kilomètre, ce qui réduit la dépense notablement au-dessous de 2 kilogrammes de houille par cheval et par heure. Telle est, au moins, la conséquence à tirer d'un parcours de 72 000 kilomètres, avec les trois premières machines du système Mallet.

Il y avait, sans doute, quelque témérité à réduire à moitié, dans une machine locomotive, le nombre des coups d'échappement, et l'on pouvait craindre, par suite de cette circonstance, une diminution fâcheuse dans le tirage de la cheminée. Cet inconvénient ne s'est pas cependant manifesté dans la pratique, et la différence dans le mode de fonctionnement des deux cylindres n'a pas non plus troublé le degré de stabilité de la machine, ainsi que l'un de vos Commissaires s'en est assuré en service courant.

L'aménagement de la communication entre les deux cylindres a pu être réalisé sans encombrement, et la distribution a été complétée encore par l'addition des organes nécessaires pour déterminer momentanément l'admission directe dans les deux cylindres, soit pendant toute la durée d'une résistance exceptionnelle, soit au démarrage, ce qui permet au besoin de traîner de plus lourds convois.

L'expérience seule pourra décider la mesure du progrès accompli, et, en décernant à M. Mallet le prix Fourneyron pour 1877, l'Académie a surtout eu en vue de récompenser une tentative qui a pour objet de faire profiter les machines locomotives des avantages déjà reconnus, dans l'application aux machines marines, du système Compound, qui a constitué, sans aucun doute, une des plus grandes améliorations de ces dernières années.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Lœwy, Le Verrier, Mouchez, Janssen, Faye rapporteur).

Le 11 août de cette année, M. Asaph Hall découvrait, à l'aide du grand équatorial de l'Observatoire de Washington, dont la lunette, construite par M. Alvan Clark, a 65 centimètres d'ouverture, un satellite à la planète Mars. Le 17 août, un second satellite, plus rapproché de la planète, a été découvert par le même astronome.

Le 27 août, à l'Observatoire de Paris, MM. Paul Henry et Prosper Henry ont réussi à vérifier la première de ces découvertes à l'aide d'une lunette de $0^m,25$; mais il fallut, pour cela, prendre soin de cacher la planète elle-même par un écran.

Dès le 20 août, M. S. Newcomb obtint, par les observations de M. Hall, une première évaluation des orbites de ces satellites. Les durées des révolutions seraient de $7^h 38^m 5^s$ et de $30^h 14^m$; les distances au centre de la planète de 33″ et de 82″. Il a même déduit, des éléments du satellite le plus éloigné, une première estimation de la masse de Mars ($\frac{1}{3090000}$, au lieu de la valeur actuellement acceptée $\frac{1}{2968000}$).

Ces premiers essais montrent tout l'intérêt d'une découverte si inattendue. Voici, par exemple, un satellite qui circule autour de la planète en trois fois moins de temps que la planète elle-même ne tourne autour de son axe! Nous apprenons ainsi que le champ des découvertes est loin d'être épuisé, même dans les régions les plus anciennement explorées de notre système; il reste encore un vaste champ à explorer, pourvu que l'on sache doter les observateurs des puissants moyens de recherche que la Science réclame aujourd'hui.

La Commission, tout en proposant de décerner le prix Lalande à l'observateur M. Asaph Hall, à qui nous devons ces importantes découvertes, ne peut s'empêcher de rendre hommage en même temps au talent du célèbre constructeur de Cambridgeport, à qui l'Amérique doit le grand télescope de Washington.

Ces conclusions sont adoptées par l'Académie.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Faye, Liouville, Puiseux, Mouchez, Lœwy rapporteur.)

L'Académie, n'ayant reçu aucun Mémoire remplissant d'une manière suffisante les conditions exigées par le programme proposé, ne décerne pas le prix fondé par M[me] la baronne de Damoiseau, et proroge le Concours à l'année 1879.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Mouchez, Faye, Puiseux, Lœwy rapporteur.)

L'Académie a décidé que le prix biennal fondé par le maréchal Vaillant serait décerné, pour l'année 1877, au meilleur travail sur l'étude des petites planètes, soit par la théorie mathématique de leurs perturbations, soit par la comparaison de cette théorie avec l'observation.

Un Mémoire a été présenté au Concours, conforme au programme du prix proposé, ayant pour but d'établir un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation. Il s'agit d'arriver, par la solution d'un problème de théorie pure, à faire disparaître du champ de l'Astronomie pratique les obstacles qui rendaient très-difficile, jusqu'à présent, la recherche de certaines planètes perdues.

On sait, en effet, que la tâche des observateurs devient de jour en jour plus ardue, à mesure que croît le nombre des petites planètes. Absorbés par des travaux multiples, les astronomes se trouvent souvent dans l'impossibilité d'observer avec une égale assiduité tous les astéroïdes nouvellement découverts.

Dans les premières années où l'on entreprit une exploration systématique du ciel, ce sont surtout les corps les plus brillants de l'essaim des astéroïdes qui furent découverts; ils ont été alors soigneusement observés durant plusieurs mois, et poursuivis jusqu'à la dernière limite de leur visibilité. A l'époque actuelle, les petits corpuscules que l'on rencontre sur la sphère céleste sont peu lumineux, et la durée des observations

dépasse rarement un mois. Cette faiblesse des astres d'un côté, et l'accumulation des découvertes successives d'un autre côté, ne permettent pas souvent aux astronomes de recueillir un nombre suffisant d'observations, afin de pouvoir déterminer avec exactitude l'orbite planétaire : il devient alors, dans certains cas, très-difficile de calculer d'avance, avec l'approximation nécessaire, la position que l'astre occupera dans l'espace aux apparitions futures.

Mais il existe, en outre, tout un ensemble de circonstances de nature diverse qui peuvent faire échouer toutes les tentatives entreprises pour retrouver un astre dans les oppositions ultérieures.

En effet, on voit généralement, pour la première fois, la petite planète près du périhélie, presque au maximum d'éclat, et l'on en constate la découverte à l'aide de cartes publiées ou préparées d'avance; mais, dans les oppositions futures, cette condition avantageuse ne se présente pas toujours; par l'éloignement du Soleil, d'une part, l'intensité lumineuse décroît quelquefois si rapidement que plusieurs de ces astres deviennent imperceptibles, même avec les lunettes qui ont servi à leur découverte; d'une autre part, la planète, au moment de l'exploration, peut se trouver parmi des milliers de petites étoiles de même aspect qu'elle, dans une de ces parties du ciel pour lesquelles on ne possède pas encore de cartes.

Par une coïncidence de plusieurs de ces conditions fâcheuses, il est arrivé, en effet, que certains de ces corpuscules, trouvés au prix de nombreuses veilles et de labeurs persévérants, se sont de nouveau dérobés aux investigations des astronomes, et sont demeurés, jusqu'à l'époque actuelle, perdus dans les constellations stellaires. Dans une telle occurrence, après des tentatives infructueuses dans les oppositions suivantes, les astronomes ont généralement abandonné les calculs et la poursuite de l'astre perdu.

On avait admis jusqu'alors que l'incertitude d'un lieu calculé augmente progressivement avec le nombre des années écoulées depuis la découverte, et qu'une théorie qui, dès le commencement, n'a pu fournir une approximation suffisante, ne saurait donner un résultat plus favorable pour une époque éloignée.

M. Schulhof, dans ses beaux travaux sur différentes planètes perdues, a démontré que cette impuissance présumée de la théorie n'existe pas. Il a le grand mérite d'avoir le premier reconnu que, dans les révolutions successives de l'astre autour du Soleil, il se présente certaines époques pour lesquelles les effets provenant de l'incertitude des divers éléments se

détruisent mutuellement en partie, et qu'après un nombre considérable d'années il devient quelquefois possible de déterminer le lieu de l'astre avec plus d'approximation qu'aux années qui suivent immédiatement la découverte. C'est ainsi, par exemple, que pour Maja l'erreur maximum possible de la longitude atteignait, en 1863, ± 21 degrés, tandis que 13 années plus tard, en 1876, l'incertitude de la longitude ne dépassait pas ± 13 degrés.

Grâce à l'ingénieuse méthode dont il est l'auteur, M. Schulhof a réussi à faire retrouver presque coup sur coup les planètes Maja, Camilla, Libératrix, perdues respectivement depuis $15\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{2}$ et 5 ans.

Tous ces astéroïdes, vainement cherchés durant plusieurs oppositions, ont été finalement abandonnés, et ce n'est que par la publication des travaux de M. Schulhof que de nouvelles recherches ont été reprises, recherches qui ont bientôt été couronnées d'un succès complet.

La remarquable méthode utilisée par M. Schulhof est fondée sur les considérations suivantes :

Le petit nombre d'observations fournies dans la première apparition et le faible intervalle de temps qu'elles embrassent rendent, comme on sait, la solution du problème tout à fait incertaine. On peut déterminer une infinité de systèmes d'éléments ou de trajectoires elliptiques qui représentent, d'une manière suffisante, les positions primitives données.

Chacun de ces systèmes d'éléments fournit, pour une époque quelconque, une position probable de l'astre, et l'ensemble de ces lieux formera généralement une courbe, et même quelquefois une petite surface, sur laquelle se trouve nécessairement placé le corps céleste cherché. Mais il arrive que, par le déplacement continuel de la Terre et par la situation des trajectoires, l'étendue apparente de cette courbe ou petite zone est, à diverses époques, tout à fait différente. Des considérations toutes analogues se présentent lorsqu'on examine ensuite, pour une certaine période de jours, tout l'espace qui renferme nécessairement le corps céleste perdu; cette surface prendra, suivant le cas, des valeurs maxima et des valeurs minima. A l'aide d'une analyse d'une très-haute valeur, M. Schulhof est parvenu à déterminer d'avance les années les plus favorables à la recherche de l'astre perdu, années auxquelles la largeur de la zone à explorer devient un minimum.

Après avoir calculé les perturbations de Jupiter, il a publié pour ces époques une série d'éphémérides qui ont amené la découverte des trois astéroïdes perdus.

Dans cette laborieuse étude, M. Schulhof s'est trouvé en présence des difficultés théoriques les plus sérieuses : pour résoudre le problème proposé, il a fallu tenir compte, dans chacune des nombreuses équations, des conditions de l'influence des vingt et un coefficients différentiels du second ordre. Mais on sait que le développement analytique est tellement compliqué qu'il n'a pas encore été possible d'en obtenir les expressions algébriques.

Par une analyse très-habilement conduite, M. Schulhof démontre que ces vingt et un termes ne sont pas tous, dans le cas présent, indépendants les uns des autres, et que l'on peut remplacer par douze inconnues l'ensemble de ces vingt et un coefficients différentiels. Par cette simplification heureuse, la solution de ce problème si difficile et si compliqué est devenue possible. M. Schulhof a en effet déterminé numériquement l'influence de ces diverses expressions différentielles d'ordre supérieur, et il a pu atteindre, pour les résultats de cette catégorie, une précision qui n'avait pas encore été obtenue.

Avant de terminer son Rapport, la Commission croit devoir attirer l'attention de l'Académie sur la haute importance scientifique qui s'attache à la seconde découverte de Maja : ce corps céleste forme, pour ainsi dire, avec la planète Fidès une sorte de planète jumelle; ces deux astres se meuvent presque rigoureusement dans la même orbite. La longitude du nœud et l'inclinaison des deux trajectoires elliptiques ne diffèrent que de 1 minute d'arc, l'excentricité de 7 minutes, et le mouvement diurne seulement de 1 seconde.

Cette concordance si extraordinaire entre la dimension et la situation dans l'espace de deux trajectoires elliptiques est un résultat très-heureux qui se dégage des travaux de M. Schulhof; il facilitera la solution d'un problème relatif à la constitution de notre système solaire.

En effet, parmi les questions qui intéressent la science astronomique au plus haut degré, se trouve celle de l'origine de l'essaim d'astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter. Des études multiples ont été entreprises sur l'ensemble des orbites de ces corpuscules, afin d'arriver à des conclusions probables sur leur formation primitive, mais toutes les investigations exécutées jusqu'à ce jour n'ont pas permis d'atteindre le but proposé.

L'idée si naturelle et si vraisemblable d'une origine cosmique commune avait toujours dû être rejetée, car il n'avait pas été possible de trouver, dans les faits existants, une preuve sérieuse de sa réalité; mais l'identité des deux

trajectoires des planètes Maja et Fidès vient présenter aujourd'hui un argument puissant en faveur de cette hypothèse.

En résumé, le Mémoire que M. Schulhof a présenté au Concours possède les titres les plus sérieux aux suffrages de l'Académie. L'auteur a d'abord imaginé la meilleure méthode propre à limiter le champ des investigations dans la recherche des planètes perdues ; il a ensuite fait disparaître, par un procédé très-habile, les difficultés théoriques inhérentes à l'emploi des coefficients différentiels d'ordre supérieur ; il a enfin provoqué par ses travaux la découverte immédiate de trois petites planètes perdues dont l'une a une importance particulière pour la science astronomique.

En conséquence, la Commission est d'avis de décerner le prix Vaillant à M. Schulhof, en raison du caractère et de la valeur de son Mémoire.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Le Verrier, Mouchez, Yvon Villarceau, Lœwy rapporteur.)

L'Académie a décidé, lors de sa dernière séance publique, qu'elle décernerait le prix fondé par Mme Veuve Valz à l'auteur des meilleures cartes destinées à faciliter les recherches des petites planètes.

Un certain nombre de cartes dressées en vue de représenter diverses régions du ciel ont été construites par différents observateurs. Parmi les principaux travaux de ce genre, on doit citer le grand Atlas d'Argelander, s'étendant de -2° jusqu'au pôle boréal et renfermant les positions de plus de 330 000 étoiles ; les cartes de Berlin, qui ont aidé à la recherche de la planète Neptune, et l'Atlas écliptique exécuté par M. Hind à l'Observatoire de Bishop.

On trouve consignées dans ces documents toutes les étoiles jusqu'à $\frac{9}{10}$ grandeur appartenant aux régions explorées ; mais on y rencontre rarement les coordonnées des astres d'un éclat plus faible. Grâce à ces esquisses approchées, les astronomes sont parvenus à découvrir rapidement les plus brillantes des petites planètes qui circulent dans l'espace entre les orbites de Mars et de Jupiter. Mais ces cartes sont devenues tout à fait insuffisantes lorsqu'on a voulu porter les recherches plus loin et reconnaître également au milieu des constellations stellaires les astéroïdes moins lumi-

neux, petits corpuscules souvent à peine visibles dans les lunettes les plus puissantes, et dont le diamètre n'atteint pas, dans certains cas, la longueur de 4 lieues géographiques.

Pour satisfaire aux nouvelles nécessités scientifiques, M. Chacornac entreprit vers 1854, sous l'inspiration de son premier maître, M. Valz, l'observation d'une zone située à 2°30′ de part et d'autre de l'écliptique. Cette exploration systématique du ciel devait comprendre tous les astres jusqu'à la 13e grandeur, et M. Chacornac se proposait de publier successivement dans 80 cartes le résultat de ses travaux.

Malheureusement une mort prématurée n'a pas permis à l'infatigable chercheur d'atteindre le but poursuivi, et il a pu seulement terminer les 36 cartes si connues par les astronomes et qui ont été le point de départ de nombreuses investigations, souvent fécondes en résultats et en découvertes.

En 1872, MM. **Paul** et **Prosper Henry** se sont imposé la tâche de mener à bonne fin l'œuvre si considérable laissée inachevée par leur prédécesseur.

Le mérite de bonnes cartes dépend de deux conditions essentielles : il faut d'abord que ces cartes renferment jusqu'à une certaine grandeur, fixée d'avance par le constructeur, les positions de toutes les étoiles qui peuplent l'espace exploré ; il faut, en outre, que les coordonnées des astres soient aussi exactes que possible.

Alors il devient très-facile de constater, parmi les constellations stellaires, l'existence d'un nouveau corps céleste. En effet, supposons que nous disposions de cartes renfermant les coordonnées de toutes les étoiles jusqu'à la 13e grandeur, et que par une comparaison avec l'aspect du ciel on constate, par exemple, la présence sur la sphère céleste d'un astre plus brillant dont le lieu n'est pas indiqué sur la carte, on aura immédiatement la certitude d'avoir fait la découverte d'un astre mobile.

MM. Paul et Prosper Henry, par un procédé très-ingénieux et très-expéditif, imaginé par eux, sont arrivés, à la suite de travaux nocturnes non interrompus, à confectionner 17 cartes d'une précision bien plus rigoureuse que celle qu'avaient atteinte leurs devanciers et remplissant complétement les conditions d'exactitude énoncées plus haut.

Ces 17 cartes, avec les 36 de Chacornac, sont les seuls documents publiés sur lesquels s'appuient les travaux de recherche entrepris par les astronomes de divers pays.

Pour donner une idée de la valeur de ces 17 cartes, il nous suffira de

dire que dans un espace de temps très-limité, quatre années, les deux frères Henry sont arrivés à découvrir 12 planètes, parmi lesquelles on en rencontre quelques-unes d'une intensité lumineuse si minime que leur présence n'a pu être constatée que par les astronomes les plus habiles et à l'aide des instruments les plus puissants.

La Commission propose donc à l'Académie de décerner le prix Valz à MM. **Paul** et **Prosper Henry**, auteurs de cette œuvre qui sert de base et de point de départ dans la plupart des découvertes contemporaines, et qui fait ainsi le plus grand honneur à la science française.

Ces conclusions sont adoptées.

PHYSIQUE.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. Becquerel père, Edm. Becquerel, Jamin, Berthelot, Desains, H. Sainte-Claire Deville, Dumas, Du Moncel, Fizeau rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner cette année le prix de la fondation Lacaze, destiné spécialement à l'encouragement des travaux de Physique, à M. **A. Cornu**.

Le choix de la Commission a été surtout déterminé par la publication, aujourd'hui complète, du grand travail sur la vitesse de la lumière, exécuté dans ces dernières années par M. Cornu, et présenté à l'Académie dans sa séance du 26 février 1877, sous le titre de : *Détermination de la vitesse de la lumière, d'après des expériences exécutées en* 1874 *entre l'Observatoire et Montlhéry* (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 328).

Ce Mémoire a été imprimé *in extenso* dans le tome IX des *Annales de l'Observatoire* et, de plus, tiré à part, en sorte qu'il est aujourd'hui si bien connu du monde savant, que vos Commissaires ont été d'avis de ne pas entrer ici dans une analyse détaillée, mais d'énoncer seulement le témoignage unanime de leur approbation pour ce grand et beau travail.

L'auteur, en effet, dans la poursuite du but élevé qu'il s'était proposé et qu'il a atteint avec un plein succès, n'a cessé de se montrer aussi habile et ingénieux dans la disposition des appareils et dans l'exécution des expériences, que prudent et rigoureux dans la discussion et le calcul des résul-

tats. Il a ainsi accompli une de ces œuvres fortes et durables auxquelles l'*Académie* n'a jamais manqué de donner sa haute approbation.

Rappelons en outre que l'on doit à M. A. Cornu plusieurs travaux fort estimés sur diverses questions de Physique, telles que la réflexion de la lumière sur les cristaux, l'analyse spectrale, la constitution du spectre ultra-violet; des recherches expérimentales et théoriques sur l'acoustique, sur l'élasticité, sur les réseaux; il dirige en ce moment une nouvelle détermination de la densité moyenne de la Terre par la méthode de Cavendish, travail qui sera prochainement soumis à l'Académie.

Il convient enfin de mentionner, d'une manière spéciale, le concours apporté par M. A. Cornu à la Commission de l'Académie chargée de s'occuper du passage de Vénus; ainsi c'est par une méthode nouvelle, qui lui est due, que les images des appareils photographiques ont été achromatisées; c'est grâce à ses soins assidus que les observateurs ont pu être exercés à l'avance, de manière à assurer le succès des opérations photographiques; c'est enfin avec son concours le plus dévoué que, depuis deux années, les nombreuses épreuves rapportées par les expéditions ont pu être soumises aux mesures précises nécessaires à la réduction des observations, à leur impression déjà fort avancée et à leur publication très-prochaine.

En terminant ce Rapport, qu'il nous soit permis, conformément au vœu de la Commission, d'y ajouter un témoignage d'intérêt pour la Mémoire d'*Achille Cazin*, prématurément enlevé aux sciences, au moment où il se livrait avec ardeur à des recherches qui déjà avaient mérité les encouragements de l'Académie, et que l'on pouvait espérer voir plus tard concourir pour les plus hautes récompenses.

L'Académie a adopté les conclusions du Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

(Commissaires : MM. de la Gournerie, Boussingault, Favé, Belgrand, Bienaymé rapporteur.

La Commission que l'Académie a chargée de prononcer sur le Concours de Statistique de 1877 a reçu d'excellents travaux, mais dont le mérite principal sort des limites de la Statistique proprement dite.

Tel est, d'abord, un volume de près de 700 pages, intitulé : *Administration de la justice civile et commerciale en Europe; Législation et Statistique*, par E. **Yvernès**, chef du bureau de la Statistique au Ministère de la Justice de France.

Nécessairement, dans cette vaste exposition des résultats de l'action judiciaire chez les divers peuples de l'Europe, la partie étrangère à la France, rédigée d'après les éléments fournis par les Bureaux de Statistique de chaque État, est de beaucoup prépondérante. De plus, comme la Statistique eût été bien peu claire, sans les développements donnés aux renseignements législatifs, plus de la moitié du volume est consacrée à ces développements. Il s'ensuit que la Statistique française, la seule admise à ce Concours, n'est représentée que par un petit nombre de Tableaux. Enfin ces tableaux ne pouvaient être que des résumés très-bien conçus, mais de simples résumés des dernières années des *Comptes de la justice civile et commerciale*. C'est dès lors, en réalité, ces *Comptes* qu'il y aurait lieu de couronner, aux termes du Concours ouvert par M. de Montyon : car ce sont les collections statistiques qu'il s'agit d'encourager, et non les sciences qui s'appuient sur ces collections indispensables, et qui trouvent des juges compétents dans d'autres Concours.

Votre Commission aurait donc éprouvé quelque hésitation dans cette conjoncture, si l'auteur de l'important recueil qu'on lui présentait, M. Yvernès, n'était en même temps l'habile et infatigable collecteur des comptes annuels de la justice civile et commerciale, comme de ceux de la justice criminelle en France. Ce dernier titre de M. Yvernès a levé toute difficulté, et c'est à la Collection des *Comptes de la justice civile et commerciale* que votre Commission décerne le prix de 1877, bien plus qu'à l'ouvrage de Statistique comparée. Ce n'est point qu'elle en méconnaisse la grande valeur : il ne lui appartenait pas toutefois de juger ce travail de jurisprudence et de législation. Il y a vingt ans, l'Académie accordait le prix à la Collection des comptes de la justice criminelle, et à M. Arondeau, dont le souvenir doit être rappelé ici. M. Yvernès, en suivant les traces de son regretté prédécesseur, a su donner, à la Collection des comptes de la justice civile, des droits non moins fondés à la gratitude des savants et des jurisconsultes.

Un autre travail, distingué à plus d'un égard, a présenté des circonstances analogues. C'est une réunion de 300 ou 400 pages d'articles publiés dans le *Journal de la Société de Statistique*, par M. T. **Loua**, chef du bureau de la Statistique au Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Une partie de ces articles intéressants est consacrée à l'analyse de documents étrangers. Les

autres sont presque entièrement fondés sur les éléments précieux de la *Statistique de la France*, dont l'Académie connaît les remarquables volumes in-folio, publiés sous la direction éclairée d'un de nos confrères de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, M. Deloche. C'est donc réellement à cette publication qu'il convient, en ce cas, de faire remonter le mérite statistique des articles de M. T. Loua, car la mise en œuvre et les conséquences qu'on tire des éléments statistiques ne sont plus de la Statistique proprement dite. La meilleure preuve qu'on en puisse donner, c'est que les mêmes éléments fournissent des conséquences bien différentes à différents auteurs, quelquefois même des conséquences opposées. On s'avance, en effet, dans ces conséquences, sur le domaine contestable des discussions économiques et sociales. Au contraire, la Statistique en elle-même, la collection de faits bien précisés, relevés consciencieusement et complétement, n'est jamais sujette à contestation. Ainsi, par exemple, lorsque notre regretté confrère de l'Académie des Sciences morales, M. Villermé, fit remarquer qu'à partir d'un certain âge les mariages offraient pour les deux sexes une inégalité d'âge qui n'avait pas lieu pour des conjoints plus jeunes, il en déduisit cette conséquence morale singulière : c'est que, sur le retour de la vie, les deux sexes cédaient à la faiblesse d'épouser des personnes à la fleur de l'âge. M. Loua, qui cite la Note publiée à ce sujet par M. Villermé en 1863, s'étonne du subit arrêt du travail de notre excellent confrère, qui n'a profité que de données étrangères, et non de celles que lui offraient les volumes de la Statistique française.

En 1863, la raison en était bien connue. On sait que M. Villermé fut averti qu'il n'était besoin de recourir à l'hypothèse d'aucune faiblesse plus ou moins immorale pour expliquer les mariages des personnes âgées avec des personnes bien plus jeunes : c'est une nécessité qui tient simplement à ce que les gens déjà âgés, notamment les veufs ou les veuves ayant dépassé la première jeunesse, ne peuvent prendre un conjoint que dans l'ensemble des personnes à marier, ensemble qui, par le fait, est devenu presque entièrement beaucoup plus jeune qu'eux-mêmes. Le choix n'est donc plus libre, du moins le plus souvent. M. Villermé fut frappé de cette explication naturelle, si éloignée de la sienne, et, après quelques calculs, il ne poursuivit pas le projet de Mémoire que la Statistique belge lui avait suggéré.

Cet exemple fait ressortir clairement les différences qui séparent la Statistique, pure collection de faits, objet de ce Concours, des explications et des conjectures, même les plus ingénieuses, qu'on peut appuyer sur les élé-

ments exacts qu'elle procure. C'est d'autres sciences que dépend le développement de ces conséquences.

Il est juste d'ajouter que, en donnant des calculs sur les rapports des mariages à la population susceptible de se marier dans les âges successifs, M. Loua s'est gardé de toucher à l'explication morale dont il vient d'être question. Mais, dans d'autres articles de son Recueil, on pourrait parfois trouver des conséquences hasardées et y opposer d'autres conséquences. Parfois aussi l'historique des recherches ne paraît pas complet. Ainsi ce n'est point M. Quetelet, le savant Associé étranger de l'Académie des Sciences morales, ni d'autres auteurs encore plus modernes, qui, les premiers, ont donné des Tables de mortalité basées sur le rapprochement des populations recensées et des décès afférents aux années voisines des recensements. Ce procédé est bien plus ancien. Dès 1815, Milne s'en servait pour construire la Table de Carlisle, devenue célèbre, même en France, où le nom de l'auteur est peu connu. Dans le fond, ce procédé n'est autre que celui dont Deparcieux a fait usage pour sa Table des tontines. Mais c'est au célèbre astronome suédois Wargentin et à 1750, époque de la constitution d'un état civil régulier en Suède, qu'il faut remonter, pour trouver la première comparaison des recensements et des décès.

Votre Commission avait à disposer du prix réservé de 1876. Les considérations qui précèdent l'ont déterminée à l'attribuer à la série nouvelle de la Statistique de la France; et, par suite, à M. **T. Loua**, dont le travail personnel est consacré à tous les détails de cette collection, qui s'améliore chaque jour.

Quoique l'utilité, la nécessité de renseignements exacts sur toutes les branches de la vie civile et de l'administration soient de plus en plus reconnues depuis quelques années, il ne sera pas superflu de rappeler ici que, pour obtenir cette exactitude, il est indispensable de consacrer à la Statistique des sommes bien supérieures à celles dont les divers ministères ont pu disposer jusqu'à présent. Les moyens de contrôle manquent. Il peut s'en trouver auxquels on n'a pas encore songé. Tel serait, en ce qui concerne l'état civil, un relevé détaillé des jugements tenant lieu d'actes de naissances. Le résumé de ces jugements, plus nombreux qu'on ne le supposerait au premier abord, est donné dans les *Comptes de la justice civile* ainsi que celui des jugements rectificatifs, etc. Mais on conçoit aisément que le contrôle exigerait des développements étendus qui ne peuvent trouver place dans ces comptes.

Parmi les autres envois nombreux adressés cette année à l'Académie,

votre Commission en a jugé deux dignes de mentions honorables à des titres bien différents.

L'un se compose de trois volumes, trois Mémoires très-remarquables, sur *la Marine cuirassée*, sur *les Croiseurs*, sur *la Guerre d'escadre et de côte*. Ce sont, comme le reconnaît l'auteur, M. P. Dislere, ingénieur des constructions navales, des recherches historiques et critiques sur ces diverses branches du service de la marine. Ils se rapportent, d'ailleurs, tout autant aux progrès successifs faits à l'étranger qu'à ceux qui ont été réalisés en France. Mais ces Mémoires sont remplis de renseignements des plus utiles, et, en outre, ils sont accompagnés de tableaux statistiques très-détaillés sur la composition des navires de guerre. Ce n'est pas, néanmoins, dans ce Concours que devaient chercher une récompense des travaux embrassant des matières d'un si haut intérêt à tous les points de vue. On le comprend aisément, et on le comprendra mieux encore par la conclusion à laquelle tend l'auteur : c'est que les développements des cuirasses et des moyens de les percer ont marché d'un pas égal, de sorte qu'il n'y aurait plus bientôt qu'à supprimer les cuirasses, au moins en grande partie. Ici c'est uniquement à la Statistique, qui fait la moindre part des Mémoires de M. Dislere, qu'une mention honorable peut être décernée.

L'autre envoi se réduit à un manuscrit de quelques pages, rédigé d'une manière un peu confuse, mais qui contient des renseignements exacts sur les accouchements de jumeaux dans la ville de Nîmes depuis 1790 jusqu'en 1875. L'auteur, M. Puech, médecin du Lycée, a fait dépouiller les registres de naissances des 85 années, et il y a trouvé 1262 accouchements de jumeaux. Dans ce nombre, 48 femmes seulement ont eu deux fois des accouchements multiples, deux femmes en ont eu trois fois, et une seule a eu quatre fois des jumeaux. L'auteur fait observer qu'il ne peut rapprocher ces nombres d'un total précis des naissances, parce qu'il y a eu des omissions manifestes dans les premières années de l'application de la loi sur l'état civil. Il évalue à environ 130000 le nombre des accouchements des 85 années. On voit qu'il se serait présenté des jumeaux une fois sur 100 accouchements à peu près ; et que, sur 100 accouchements de jumeaux, il s'en est trouvé un peu plus de 4 qui survenaient pour la seconde fois à la même mère. Les nombres relevés sont nécessairement bien petits, et l'on ne saurait en considérer les rapports comme définitifs. Au surplus, l'auteur, qui donne un tableau nominatif des 51 mères qui ont eu chacune plus d'un accouchement double, annonce cependant qu'il publiera ultérieure-

ment tous les éléments de ses recherches dans un Mémoire plus complet. On ne peut que l'y exhorter, en lui recommandant de distinguer davantage les résultats des recherches qui lui sont propres et les conséquences qu'il paraît avoir puisées à d'autres sources.

Il ne sera peut-être pas inutile, au sujet de ces recherches sur la fécondité possible de l'espèce humaine, de transcrire ici, telle qu'elle se trouve dans le tome VII du *Journal de Physique* de Lichtenberg et Voigt, 3e Cahier, p. 180, publié à Leipzig en 1791, l'annonce d'une fécondité tout à fait extraordinaire.

« M. Herman, dans les *Tableaux statistiques de la Russie*, qu'il vient de » faire paraître, cite l'exemple d'une fécondité qui excède les bornes ha- » bituelles.

» Fédor Vassilef, paysan du gouvernement de Moscou, qui, en 1782, » était âgé de 75 ans, avait eu de *deux* femmes *quatre-vingt-sept* enfants. Sa » première femme, en 27 grossesses, avait mis au monde 16 fois deux ju- » meaux, 7 fois des trijumaux, et 4 fois des quadrijumaux. Jamais un en- » fant unique. La seconde femme ne fut pas moins féconde et lui donna » 18 enfants en 8 couches. En 1782, il survivait 83 enfants sur les 87. »

Ce fait, presque incroyable, est cependant authentique. Le savant M. de Khanikof, Correspondant de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, avait été consulté, il y a quelques années, sur la voie à suivre pour obtenir la vérification de ce phénomène. Il répondit que toute recherche était superflue, que la famille dont il s'agit subsistait encore à Moscou et qu'elle avait été l'objet des faveurs du gouvernement.

En terminant ce Rapport, votre Commission croit devoir signaler les suites données à leurs Mémoires par deux auteurs à qui des mentions honorables avaient été accordées il y a deux ans (Concours de 1875).

L'un, M. le Dr **Maher**, s'est consacré à la démonstration de la salubrité actuelle de la ville de Rochefort (Charente-Inférieure). Il a envoyé, pour les années 1875 et 1876, la continuation de sa *Statistique médicale*. Ces manuscrits, déposés dans vos Archives à côté du volume in-8° qui avait mérité une mention honorable, formeront une suite de renseignements embrassant déjà vingt-trois années, qui expliquent bien des faits importants pour ce grand port, où l'on sait que la Marine possède un arsenal et des établissements considérables. L'auteur se propose de continuer ce travail d'année en année.

Semblablement, M. le Dr **Lecadre** a envoyé, pour les années 1874, 1875 et 1876, deux brochures in-8° sur la constitution médicale de la ville du

Havre. C'est la suite des *Recherches statistiques et médicales sur le Havre*, qui ont obtenu une mention honorable. Il est bon d'encourager la publication de cette espèce de renseignements. Même quand ils sont un peu trop succincts en ce qui touche les mouvements de la population, ils offrent une utilité incontestable et, dans l'avenir, ils seront indispensables pour bien comprendre des faits ou des événements passés. Pour le Havre, grand port de commerce, dont la population est si mobile, ils seront des plus précieux.

En résumé, votre Commission décerne :

1° Le prix de 1877 à M. **E. Yvernès**, pour le travail éclairé et les soins persévérants qu'il apporte aux volumes de la *Statistique civile et commerciale de la France*;

2° Le prix réservé de 1876 à M. **T. Loua**, pour la confection des quatre volumes in-folio de la *Nouvelle série de la Statistique de la France*.

Elle accorde, en outre, deux mentions honorables :

1° L'une à M. **Dislere**, pour la partie statistique de ses Mémoires sur *la Marine cuirassée*, in-8°, 1873, sur *les Croiseurs*, in-8°, 1875, et sur *la Guerre d'escadre*, 1876.

2° L'autre à M. le Dr **Puech**, pour les recherches contenues dans son Mémoire manuscrit sur la *Répétition des accouchements multiples*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Regnault, Fremy, Wurtz, Debray, Cahours rapporteur.)

L'Académie, sur la proposition qui lui en a été faite à l'unanimité par la Section de Chimie, a décidé que le prix Jecker serait attribué, pour l'année 1877, à M. **A. Houzeau**, en récompense de ses travaux relatifs à la production de l'ozone, ainsi que sur le mode d'action de cette substance à l'égard des matières organiques.

Pour bien faire comprendre la part qui revient à M. Houzeau dans les

nombreux et importants travaux qui ont été exécutés sur l'ozone, nous croyons devoir rappeler sommairement les phases successives de cette importante découverte.

En l'année 1785, Van Marum, à la suite d'expériences exécutées sur différents gaz qu'il avait soumis à l'électrisation, s'exprime de la manière suivante : « En transvasant de l'air déphlogistiqué provenant de la distillation de l'oxyde rouge de mercure (oxygène), que nous avions électrisé, nous remarquâmes qu'il avait acquis une odeur très-forte, qui nous parut être très-clairement l'odeur de la matière électrique. »

On ne paraissait avoir accordé aucune attention à cette curieuse observation, lorsqu'en 1840 Schœnbein annonça que l'oxygène dégagé de l'eau qu'on fait traverser par un courant électrique faible, à basse température, possède une odeur très-forte en même temps qu'il jouit de propriétés particulières. Il reconnut plus tard que ce même produit prend naissance lorsqu'on fait passer de l'air humide sur du phosphore à une température inférieure à 25 degrés, observations qui furent confirmées peu de temps après par MM. Marignac et de la Rive.

En 1852, nos savants confrères MM. Fremy et Edmond Becquerel établirent de leur côté, par des expériences fort remarquables, que l'ozone n'est autre chose que de l'oxygène électrisé, et parvinrent à transformer un volume déterminé d'oxygène ordinaire en ozone, en ayant soin de faire absorber ce dernier, soit par de l'iodure de potassium, soit par une lame d'argent au fur et à mesure de sa production. Dans ce travail, rempli de faits nombreux et du plus haut intérêt, MM. Fremy et Becquerel confirmèrent les résultats obtenus antérieurement par M. de Marignac.

En 1853, M. Baumert, à la suite d'un travail exécuté dans le laboratoire de M. Bunsen, conclut que l'ozone qui provient de l'électrisation de l'oxygène sec n'est qu'un état allotropique de ce gaz, tandis que l'ozone produit par l'électrolyse de l'eau serait un trioxyde d'hydrogène.

En 1855, M. Houzeau, rapprochant les propriétés oxydantes énergiques de l'ozone de l'activité chimique que manifeste l'oxygène au moment où il se dégage de certaines combinaisons, et qu'on caractérisait par le mot d'*état naissant*, trouva le moyen de l'isoler d'un de ses composés, en évitant l'intervention de la chaleur. A cet effet, il fit réagir à une basse température le bioxyde de baryum en fragments sur l'acide sulfurique concentré. Il constata qu'en se plaçant dans les conditions les plus favorables on recueille un gaz odorant renfermant environ 11 milligrammes d'ozone par litre. Il établit dans cet intéressant travail que les propriétés assignées

à l'ozone ne sauraient être attribuées, ainsi que l'avaient avancé certains chimistes, ni à la présence du gaz nitreux, ni à celle d'un suroxyde d'hydrogène. Si la calcination du bioxyde de baryum, comme celle du peroxyde de manganèse, ne fournit que de l'oxygène ordinaire, cela tient à ce que la chaleur opère la destruction de l'ozone.

M. Houzeau publia, peu de temps après, un travail très-étendu sur l'ozone atmosphérique, dans lequel il fit connaître les variations qui se produisent dans sa proportion aux différentes époques de l'année, ainsi que l'influence que la pluie ou la direction des vents peuvent apporter dans ses manifestations. Il y fait voir que les grandes commotions atmosphériques (*orages, tempêtes, bourrasques, ouragans*, etc.) déterminent une production exagérée d'ozone.

Étudiant ensuite comparativement les propriétés et la nature de l'ozone obtenu par les méthodes connues alors, il arrive à cette conclusion, savoir :

1° Que l'ozone, quelle qu'en soit la source, jouit de toutes les propriétés de l'oxygène extrait du bioxyde de baryum par l'action de l'acide sulfurique à froid ;

2° Que l'ozone, quel que soit son mode de production, n'est que de l'oxygène dans un état moléculaire particulier, ainsi qu'il ressortait de l'expérience de MM. Fremy et Becquerel, opinion qui fut corroborée par les recherches de M. Andrews, qui suivirent de très-près celles de M. Houzeau. Dans un travail postérieur, exécuté de concert avec M. Tait, M. Andrews établit que l'oxygène, lors de sa transformation en ozone, éprouve une diminution dans son volume, qu'il reprend toutefois lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur, et en conclut que la densité de l'ozone devait être de beaucoup supérieure à celle de l'oxygène.

Ces faits importants furent confirmés huit ans après par M. Soret, qui démontra que la densité de l'ozone est une fois et demie supérieure à celle de l'oxygène.

M. Babo, mettant à profit l'action de l'effluve électrique, que M. Jean avait appliquée le premier à la décomposition de l'acide carbonique, construisit un appareil à l'aide duquel il obtint de l'ozone, mais en proportions assez faibles. Les différentes méthodes que nous venons de rappeler relativement à la production de l'ozone ne fournissant cette substance qu'en proportions très-minimes, l'hypothèse de la formation du gaz nitreux ou d'un suroxyde d'hydrogène pour expliquer les phénomènes qui lui étaient attribués fut de nouveau remise en avant. Pour la réduire à néant, il fallait arriver à trouver des procédés susceptibles d'en aug-

menter la quantité dans un rapport assez considérable. C'est ce point capital de la question que M. Houzeau a eu le mérite d'élucider. A la suite d'une série d'expériences exécutées avec le plus grand soin dans le but de rechercher les conditions les plus favorables à la production de l'ozone par l'effluve électrique, il imagina, en 1870, un tube électriseur fournissant ce corps dans un état de concentration inconnu jusqu'alors, c'est-à-dire dans la proportion de 60 à 80 milligrammes par litre d'oxygène électrisé.

Les phénomènes d'oxydation que détermine un gaz aussi riche au contact des substances organiques sont rapides, quelquefois même instantanés. On peut toutefois les modérer en diluant le gaz ou abaissant la température. Ce mode d'opérer présente un immense avantage sur celui qui consiste à faire agir sur les substances qu'on se propose d'oxyder des mélanges de corps qui, riches en oxygène, abandonnent facilement ce gaz sous l'influence de la chaleur, en ce que l'action oxydante se complique quelquefois dans ce cas de celle des éléments de ces mélanges constitutifs, et peut même être dénaturée dans ses effets par la température employée pour mettre l'oxygène en liberté.

M. Houzeau a pensé avec raison qu'avec de l'oxygène chargé d'une suffisante quantité d'ozone, tel que celui qu'on obtient avec son appareil électriseur, on pourrait effectuer, par voie directe, de nombreuses oxydations sans autre complication possible que l'action même de l'oxygène sur les produits obtenus. Il suffit, en effet, d'introduire quelques centimètres cubes d'alcool ou d'éther dans un flacon renfermant de l'ozone concentré, puis de les agiter avec ce gaz pour en opérer très-rapidement la transformation en aldéhyde et acide acétique, production qui est accompagnée de celle de l'eau oxygénée, dont on peut facilement reconnaître la présence par la coloration bleue qu'elle communique à l'acide chromique lorsqu'on l'agite avec de l'éther.

L'oxygène ozoné détruit des quantités considérables d'indigo dissous dans l'acide sulfurique. Le pouvoir décolorant de ce réactif, que M. Houzeau considère comme étant environ quarante fois supérieur à celui du chlore, devrait être attribué, suivant lui, à la production de l'eau oxygénée. Ces faits ont été confirmés par les recherches de MM. Paul et Arnould Thenard, exécutées à la même époque, recherches dans lesquelles ils ont établi, de la manière la plus nette, que c'est bien à l'eau oxygénée produite qu'il faut attribuer l'action décolorante continuatrice.

M. Houzeau pense que l'eau oxygénée qui se produit dans ces circonstances proviendrait d'une déshydrogénation partielle de l'eau à la manière

de l'aldéhyde qui dérive de la déshydrogénation partielle de la molécule d'*alcool*. C'est là une pure hypothèse.

Ce qu'il y a de certain néanmoins, c'est que M. Houzeau n'a pu reproduire la moindre trace de ce corps par l'action de l'eau seule sur l'ozone concentré.

M. Houzeau a fait réagir l'ozone concentré sur des hydrocarbures appartenant au premier, au second et au cinquième groupe.

Avec le gaz des marais il ne s'est rien produit.

Avec l'hydrogène bicarboné l'action est des plus vives, et, si l'on vient à mélanger les gaz, il se produit une détonation violente. En modérant l'action par l'arrivée de l'ozone bulle à bulle dans l'hydrocarbure, il se produit de l'acide formique, dont la production, antérieurement signalée par Schœnbein, est accompagnée de celle de vapeurs blanches très-intenses, absorbables par l'acide sulfurique.

Avec la benzine, il a vu se produire, en même temps que les acides acétique et formique, une matière solide, amorphe, blanche, douée à un très-haut degré de propriétés explosives, à laquelle il a donné le nom d'*ozobenzine* pour rappeler son mode de production.

Les recherches de M. Houzeau relatives à la préparation de l'ozone concentré ont amené, en dehors de ses travaux propres que nous venons de rappeler, des découvertes des plus intéressantes. C'est ainsi que MM. Paul et Arnould Thenard, en modifiant le tube électriseur de M. Houzeau, ont pu réaliser des synthèses organiques du plus haut intérêt.

Plus récemment, M. Berthelot, en employant l'effluve électrique, est parvenu à fixer l'azote sur des matières organiques neutres, telles que la cellulose et la dextrine. Bien plus, notre éminent confrère, en établissant que l'électricité atmosphérique, agissant à la manière de l'effluve, peut être la cause de la fixation directe de l'azote sur les composés organiques du règne végétal, est venu prêter l'appui de son autorité à M. Houzeau, qui, dans son grand travail sur l'ozone atmosphérique, avait admis qu'elle est la source de l'ozone dans la nature.

On voit, par l'analyse rapide que nous venons de faire des travaux de M. Houzeau, que, si l'application de l'ozone concentré à l'étude des matières organiques a révélé des faits nouveaux et pleins d'intérêt, ils ont encore exercé une influence des plus heureuses dans le même domaine, en faisant surgir des recherches capitales, dans lesquelles l'effluve électrique a joué un rôle considérable.

C'est en ayant égard à la fois à l'originalité des travaux de M. A. Houzeau

et à l'influence qu'ils ont exercée en provoquant des recherches du plus haut intérêt que l'Académie a accordé cette haute récompense à ce savant laborieux.

En conséquence, elle décerne à M. **A. Houzeau**, sur les fonds de l'année 1877, un prix Jecker de *cinq mille francs*, la seconde moitié du prix annuel ayant été réservée pour parfaire le prix de *dix mille francs* décerné à M. **Cloëz** en 1876.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LACAZE.

(Commissaires : MM. Chevreul, Regnault, Fremy, Wurtz, Cahours, Dumas, Berthelot, H. Sainte-Claire Deville, Debray rapporteur.)

La Commission du prix Lacaze pour la Chimie, à l'unanimité, propose à l'Académie de le décerner cette année à M. **L. Troost**, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Paris.

L'Académie a actuellement à sa disposition deux prix importants pour encourager et récompenser les travaux de Chimie qui ont le plus contribué aux progrès de la Science. L'un d'eux, le prix Jecker, est attribué chaque année, depuis 1857, suivant la volonté formelle de son fondateur, à la Chimie organique. L'autre, le prix Lacaze, bisannuel seulement, à la condition de ne pas être partagé, peut servir de récompense à des travaux de Chimie d'une nature quelconque. Votre Commission a pensé que pour cette année, et même durant une certaine période, il convenait d'affecter ce prix à la Chimie générale et minérale, où se sont effectuées aussi d'importantes découvertes, que l'Académie n'a pu récompenser, comme elle pouvait le faire chaque année, pour les brillantes recherches de Chimie organique des savants français et étrangers.

Les travaux de M. Troost, par leur nombre, leur variété et leur importance, étaient naturellement désignés au choix de votre Commission. Présentés avec détails, et accueillis avec l'intérêt qu'ils méritent, au fur et à mesure de leur apparition, ils sont trop connus de l'Académie pour qu'il soit nécessaire de les lui exposer longuement : il suffira donc de rappeler ici le titre et les résultats essentiels des plus importants.

En Chimie minérale, on doit à M. Troost des recherches étendues sur le lithium, le zirconium et sur la constitution des composés chlorés et oxy-

génés du niobium et du tantale. Ces dernières ont eu pour résultat principal de confirmer, par des méthodes absolument indépendantes de celles de M. de Marignac, la justesse des vues du savant chimiste de Genève, sur la constitution, mal connue alors, des acides tantalique et niobique, et de faire disparaître, d'une manière définitive, les propriétés extraordinaires du niobium, admises par M. Rose, et expliquées par lui au moyen de l'hypothèse de l'hyponiobium, qui a eu cours dans la Science pendant de longues années.

Les recherches que M. Troost a effectuées en commun avec M. Hautefeuille, sur les sous-chlorures et les oxychlorures de silicium et de bore, ont enrichi la Chimie de composés intéressants et nombreux, et les ont conduit à l'importante découverte d'un maximum dans la tension de dissociation des sous-chlorures, ce qui permet d'expliquer la volatilisation apparente du bore et du silicium, sous l'influence du chlore, lorsqu'il est bien connu que, sous le rapport de la fixité, ces deux métalloïdes doivent être placés à côté du carbone.

Dans ce même ordre de recherches, où les méthodes de la Physique et de la Chimie se prêtent un mutuel appui, il convient de mentionner avec éloge leur travail sur les combinaisons de l'hydrogène avec les métaux alcalins et le palladium, véritables alliages de l'hydrogène. Il complète d'une manière heureuse et définitive les recherches de Gay-Lussac et Thenard, et celles de Graham sur ces divers sujets, recherches incomplètes et qui, malgré leur importance, laissaient un doute sérieux sur l'existence même de ces corps, en tant que composés définis.

C'est encore à l'emploi judicieux de ces mêmes méthodes physico-chimiques que MM. Troost et Hautefeuille ont dû leur découverte de l'existence d'*une tension de transformation*, analogue aux tensions de dissociation et de vaporisation, et ne dépendant, comme ces dernières, que de la température. C'est à l'aide de cette tension de transformation que l'on explique aujourd'hui tous les faits relatifs à la transformation isomérique du cyanogène et du paracyanogène, de l'acide cyanique et de la cyamélide ou de l'acide cyanurique, du phosphore blanc et du phosphore rouge, et que l'on détermine numériquement la grandeur de cette transformation pour une température donnée; ce qui rattache, par un lien nouveau, les phénomènes de la Physique et ceux de la Chimie.

Enfin il convient de rappeler la part importante que M. Troost a prise depuis vingt ans aux nombreux travaux relatifs à la question fondamentale de la densité des vapeurs. Votre Commission pense que ce rapide

exposé, où sont omis bien des Mémoires de M. Troost, intéressant la Métallurgie et la Minéralogie, suffira pour justifier sa proposition auprès de l'Académie.

Cette conclusion est adoptée.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Bernard, Vulpian, Bouillaud, Chatin rapporteur.)

Cinq auteurs ont adressé à l'Académie des travaux pour concourir au prix Barbier. L'un de ces travaux, inscrit sous le n° 2, a dû être écarté, comme ne rentrant pas dans les sujets spéciaux du Concours. Les Mémoires inscrits sous les n°s 1, 3, 4 et 5 ont été, au contraire, retenus par votre Commission.

Le Mémoire n° 1 a pour objet des *Études expérimentales sur l'antagonisme des sulfates de quinine et de strychnine*. Tout en louant l'esprit d'investigation de l'auteur, votre Commission ne pense pas que les résultats consacrent, dès aujourd'hui, une acquisition sérieuse pour la thérapeutique.

Le n° 3 est un petit volume ayant pour titre : *Guide pratique pour servir à l'examen des caractères physiques, chimiques et organoleptiques* que doivent présenter les diverses préparations officinales inscrites au *Codex,* ainsi qu'à l'essai des médicaments chimiques.

MM. **Lepage** et **Patrouillard** ont rendu à la Médecine et à la Pharmacie un véritable service en complétant la Pharmacopée nationale par la recherche et l'indication des moyens les plus propres à constater la pureté des médicaments, tant chimiques que galéniques, qui ont trouvé place dans cette importante Pharmacopée.

Sous le n° 4 sont inscrits trois Mémoires, qui ont pour auteur M. le Dr **Galippe**, pharmacien de 1re classe.

Laissant de côté deux de ces Mémoires, votre Commission a accordé toute son attention aux *Études toxicologiques sur les cantharides,* très-important travail de plus de 200 pages grand in-8°. Elle y a surtout distingué la partie chimique et les études de Physiologie expérimentale.

Sous le n° 5 sont compris trois Mémoires qui ont pour auteur le Dr **Manouvriez**, et dont voici les titres :

A. *Nouvel æsthésiomètre à pointes isolantes; perfectionnement apporté à la mesure de la sensibilité tactile;*

B. *Recherches cliniques sur l'intoxication saturnine locale et directe;*

C. *Recherches sur les troubles de la sensibilité dans la contracture idiopathique des extrémités.*

L'objet du Mémoire A est surtout de proposer la substitution de pointes d'ivoire aux pointes métalliques actuellement en usage. L'auteur revient, avec des observations nouvelles, dans le Mémoire B, à l'opinion qui attribuait à l'absorption cutanée un rôle important dans l'intoxication saturnine; quelques faits le conduisent en outre à admettre que des phénomènes d'intoxication se produisent tout d'abord localement, savoir dans les organes et sur les points mêmes qui ont été directement le siége de l'absorption cutanée. Enfin le troisième Mémoire conduit l'auteur à penser que les diverses sortes de sensibilité peuvent être altérées indépendamment les unes des autres.

Appréciant la valeur de ces divers travaux, votre Commission ne pense pas cependant qu'il y ait lieu de décerner le prix Barbier de l'année 1877; elle vous propose d'accorder à titre de récompense :

Une somme de *mille francs* à M. **Galippe**;

Une somme de *cinq cents francs* à MM. **Lepage** et **Patrouillard**;

Une somme de *cinq cents francs* à M. **Manouvriez.**

Ces conclusions sont adoptées par l'Académie.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Chatin, Decaisne, Van Tieghem rapporteur.)

Votre Commission a eu à examiner deux Mémoires, consacrés l'un et l'autre à l'étude purement descriptive de quelque partie de la classe des Champignons, et qui lui ont paru mériter tous les deux, à des degrés inégaux, les encouragements de l'Académie.

Le premier travail, intitulé : *Les Champignons du Jura et des Vosges*, par M. **Quélet**, médecin à Hérimoncourt, a été publié en trois parties, de 1872 à 1875, dans les *Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard*, et

complété en 1876 par deux Notes insérées au *Bulletin de la Société botanique de France.* C'est un ouvrage descriptif de quelque étendue, puisqu'il comprend en somme 520 pages de texte et 35 planches, et qu'il embrasse les principaux genres des deux grands ordres des Basidiomycètes et des Ascomycètes.

Élève et ami de M. Élias Fries, l'illustre doyen des mycologues, M. le Dr Quélet a consacré bien des années à la recherche et à la détermination des Champignons de l'est de la France. Il en décrit dans ce travail, en suivant la méthode du savant professeur d'Upsal, 2052 espèces, dont 314 ont leurs caractères essentiels figurés dans les planches. De ce nombre, 74 sont nouvelles pour la Science. M. Fries a dédié à M. Quélet trois des espèces d'Hyménomycètes découvertes par lui (*Russula Queletii*, Fries, *Clitocybe Queletii*, Fries, *Hydnum Queletii*, Fries) et un genre nouveau de Tubéracées (*Queletia*, Fries).

Ces longues et patientes recherches ont placé M. le Dr Quélet au rang des botanistes qui, en France, possèdent les connaissances pratiques les plus étendues et les plus approfondies sur ces deux ordres de la classe des Champignons.

Le second travail, intitulé : *Le Puccinie,* et publié en 1876 dans les *Atti della Reale Accademia dei Lincei,* a pour auteur M. **Bagnis**, jeune botaniste, élève du regretté professeur de Notaris à l'Université de Rome. Limitant ses efforts à un seul genre, le plus important il est vrai de l'ordre des Urédinées, et des divers appareils reproducteurs que ces plantes possèdent, ne considérant que le plus constant, celui auquel est attaché le nom même de Puccinie, M. Bagnis en a fait une étude approfondie qui l'a conduit à en réformer complétement la spécification.

Les Puccinies, dont les auteurs admettent aujourd'hui plus de 370 espèces, ont été généralement caractérisées autrefois et nommées d'après les plantes sur lesquelles elles vivent en parasites. C'était admettre, et l'on admettait en effet qu'une plante donnée ne nourrit qu'une seule Puccinie, et qu'une Puccinie donnée ne s'établit en parasite que sur une seule plante hospitalière. M. Bagnis a montré qu'il en est tout autrement, qu'une même plante peut nourrir plusieurs Puccinies bien distinctes, et qu'une même Puccinie peut se rencontrer sur les plantes hospitalières les plus différentes. Il a fait voir encore que la forme et le groupement des taches formées par les fructifications dépendent bien plus de la plante nourricière que de la Puccinie, et ne peuvent pas être invoquées dans la spécification. Il faut donc renoncer à ces deux moyens, très-commodes assurément, de délimi-

ter et de nommer les espèces, et s'adresser ici, comme partout ailleurs, aux caractères fournis par la structure de la fructification elle-même, en regardant comme identiques, sur quelque plante qu'on les rencontre, toutes les Puccinies où cette structure est la même, et comme distinctes, quand bien même elles vivraient côte à côte sur la même plante, toutes les Puccinies où cette structure présente quelque différence nette et constante.

La révision ainsi faite de la plus grande partie des formes connues a conduit M. Bagnis à réduire beaucoup le nombre des espèces véritablement distinctes par leur organisation. En outre, il en décrit plusieurs nouvelles inaperçues jusqu'ici ou confondues avec d'autres qui habitent les mêmes plantes nourricières.

La synonymie, chose si importante dans un travail de ce genre, est établie avec le plus grand soin, et les 340 figures qui accompagnent le texte montrent la réelle identité des formes réunies et les véritables différences des espèces définitivement distinguées.

Après avoir apprécié et comparé les mérites divers de ces deux Ouvrages, votre Commission, les jugeant dignes l'un et l'autre, mais inégalement, des récompenses de l'Académie, vous propose d'accorder, sur les fonds du prix Desmazières :

1° Un encouragement de *mille francs* à M. le Dr **Quélet** pour son travail intitulé : *Les Champignons du Jura et des Vosges;*

2° Un encouragement de *six cents francs* à M. **Bagnis**, pour son Mémoire intitulé : *Le Puccinie.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Van Tieghem, Decaisne,
Chatin rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix de La Fons Mélicocq de l'année 1877.

PRIX BORDIN.

« *Étudier comparativement la structure et le développement des organes de la végétation dans les Lycopodiacées.* »

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Chatin, Decaisne,
Van Tieghem rapporteur.)

Un seul Mémoire a été remis au Secrétariat, avec cette devise : *Con-*

vient-il de regarder le groupe des Lycopodiacées comme un groupe de transition entre les Phanérogames dicotylédones gymnospermes et les Cryptogames vasculaires? C'est un grand travail comprenant 120 pages de texte et 50 planches, et l'auteur y étudie la structure des divers organes végétatifs dans les cinq genres principaux de la classe des Lycopodiacées : *Selaginella, Psilotum, Tmesipteris, Lycopodium* et *Isoetes.*

La partie la plus importante de la question était assurément l'étude anatomique du système vasculaire de la tige et des changements qu'on y observe, d'abord suivant l'âge de la plante au moment où elle forme les diverses parties de sa tige, modifications qu'on peut appeler *primaires,* et ensuite, suivant l'âge propre de ces diverses parties, modifications qu'on peut appeler *secondaires.* Ces deux causes de variation agissent indépendamment, et leurs effets sont des fonctions du temps très-différentes; l'une d'elles peut être nulle pendant que l'autre est très-grande. Leur existence et leur mode d'action devront donc toujours être démontrées directement et séparément, sans que l'on puisse jamais ni les confondre, ni conclure de l'une à l'autre, et, si elles coexistent, il faudra distinguer avec soin la part de chacune dans la variation totale.

La Commission a vu avec regret que, notamment en ce qui concerne les deux principaux genres de la classe, *Selaginella* et *Lycopodium,* cette distinction ait échappé à l'auteur.

Cette considération et plusieurs autres, dans le détail desquelles il est inutile d'entrer ici, ont empêché votre Commission de vous demander de décerner le prix à ce Mémoire; mais, reconnaissant qu'il est le fruit de longues et patientes recherches, que les figures exactes et bien dessinées qui l'accompagnent peuvent fournir d'utiles renseignements pour la comparaison anatomique des types vivants entre eux et avec les types éteints, elle vous propose d'accorder à l'auteur, sur les fonds du prix Bordin, un encouragement de *mille francs,* et de retirer la question du Concours.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

L'auteur du Mémoire ayant exprimé le désir d'être connu, M. le Président procède à l'ouverture du pli cacheté qui accompagne son travail et proclame le nom de M. Charles-Eugène Bertrand.

PRIX BORDIN.

« *Étudier comparativement la structure des téguments de la graine, dans les végétaux angiospermes et gymnospermes.* »

(Commissaires : MM. Duchartre, Decaisne, Chatin, Trécul, Van Tieghem rapporteur.)

Deux Mémoires ont été remis au Secrétariat :

Le Mémoire inscrit sous le n° 2 est intitulé : *Anatomie comparée de l'amidon, appliquée à l'analyse chimique des farines*. Comme l'indiquent à la fois ce titre et la devise qui l'accompagne, ce travail ne traite pas la question proposée ; il a dû être écarté.

Le Mémoire inscrit sous le n° 1 a pour titre : *Anatomie comparée des téguments de la graine,* et pour devise : *To be or not to be, that is the question.* C'est un ouvrage considérable et bien ordonné. Composé de 150 pages de texte et de 69 planches dessinées avec beaucoup de soin et d'exactitude, il repose sur l'étude anatomique de l'ovule et de la graine dans 1038 espèces de plantes, représentant 924 genres, répartis dans les 224 familles les plus importantes de l'embranchement des Phanérogames.

Ce travail, si étendu, n'est cependant pas superficiel. Histoire des téguments de l'ovule, point de départ nécessaire de toute recherche sur les enveloppes de la graine ; série des transformations successives que présentent les téguments de l'ovule après la fécondation ; rapports entre la structure définitive des enveloppes séminales et la structure originelle des téguments ovulaires, dans les principales familles des plantes phanérogames ; comparaison des différents types de structure ainsi établis ; caractères généraux de chacun des tissus constitutifs de l'appareil tégumentaire de la graine, dans ces divers types ; enfin, relations qui existent entre la structure anatomique de chaque partie du tégument et le rôle physiologique que cette partie est appelée à remplir : toutes ces faces diverses de la question proposée, l'auteur les a étudiées en autant de chapitres distincts, dans chacune des deux parties qui composent son Mémoire et qui sont consacrées : la première aux Angiospermes avec 48 planches, la seconde aux Gymnospermes avec 21 planches.

Pour ne citer ici que l'un des résultats les plus généraux de ce travail, on remarquera combien est invariable, même dans des plantes voisines, la manière dont le tégument de la graine dérive du tégument de l'ovule ;

deux enveloppes ovulaires très-différentes peuvent, en effet, produire deux enveloppes séminales identiques, et inversement deux téguments ovulaires identiques peuvent donner naissance à deux téguments séminaux très-différents.

La graine des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées offrait dans la question un intérêt particulier. Après avoir montré que la chambre pollinique découverte par M. Brongniart se retrouve dans l'ovule de toutes ces plantes, et fait voir qu'elle se forme non par résorption, mais par dissociation des cellules du sommet du nucelle, l'auteur conclut de l'ensemble de ses recherches que ces végétaux ont leur graine nue, provenant d'un ovule nu toujours orthotrope et unitégumenté. Ils sont donc gymnospermes, et cette grande vérité, énoncée pour la première fois par Robert Brown et démontrée depuis par les procédés d'investigation les plus différents, reçoit ainsi une confirmation nouvelle.

Grâce à de bien longues et bien persévérantes recherches, ce vaste champ d'études a donc été exploré avec autant de soin en profondeur qu'en étendue, et par là il a été donné une réponse très-satisfaisante à la question posée par l'Académie.

Quelques singularités dans le langage et dans les idées, quelques assertions dont les preuves ne sont pas données, n'ont pas arrêté votre Commission, et elle vous propose de décerner le prix Bordin au Mémoire inscrit sous le n° 1 et portant pour devise : *To be or not to be, that is the question.*

Les conclusions du Rapport sont adoptées.

Le pli cacheté qui accompagne le Mémoire n° 1 ayant été ouvert, conformément au règlement, M. le Président proclame le nom de M. **Charles-Eugène Bertrand.**

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, P. Gervais, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné pour l'année 1877.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Duchartre, Decaisne, Chatin, Emile Blanchard rapporteur.)

La Commission a particulièrement distingué un ensemble de recherches sur la physiologie des Insectes, par M. Jousset de Bellesme.

Jusque dans ces dernières années, le phénomène de la digestion chez les Insectes n'avait été que peu éclairé par des expériences. Certaines observations donnaient bien l'idée néanmoins que le suc de l'estomac des Insectes a les mêmes propriétés générales que celui de l'estomac des Vertébrés. Des recherches sur les Arachnides, animaux si étroitement apparentés aux Insectes, semblaient assurer la justesse de cette opinion. Un savant étranger, déjà connu par des travaux estimables, crut pouvoir affirmer cependant, à la suite d'une longue étude, que la digestion dans tous les Insectes, carnivores ou phytophages, s'effectue dans d'autres conditions que chez les Vertébrés; il jugea neutres ou alcalins les sucs des différentes parties du tube digestif. M. Jousset de Bellesme a entrepris sur le sujet de nouvelles recherches; les résultats paraissent absolument décisifs. S'apercevant que de graves méprises sont faciles si l'on tente de recueillir le liquide qui suinte à l'intérieur de l'estomac, l'auteur a pris soin de choisir des Insectes, tels que des Blattes, où l'estomac est accompagné de cœcums assez volumineux pour qu'il soit possible d'en extraire le suc gastrique pur de tout mélange avec des substances ingérées. M. Jousset de Bellesme a constaté que la digestion des matières albuminoïdes s'effectue uniquement dans l'estomac comme chez les animaux supérieurs; il en tire la preuve des digestions artificielles qu'il a opérées avec le liquide vraiment acide tiré des cœcums de l'estomac.

Par des expériences du même genre, il a démontré également, comme l'admettaient déjà la plupart des naturalistes, que le seul agent de la digestion des matières amylacées est le produit des glandes salivaires. Ainsi un pas notable a été fait dans la connaissance d'un acte physiologique dont l'accomplissement est difficile à suivre chez des animaux de proportions aussi minimes que celles des Insectes.

Une autre question touchant un phénomène de la vie des Insectes aura reçu, croyons-nous, des recherches de M. Jousset de Bellesme une solution définitive.

Les observateurs se sont souvent étonnés de voir un insecte ailé, de dimension assez considérable, sortir de l'enveloppe d'une nymphe relativement fort petite. Le Fourmilion en est l'exemple saisissant, les Libellules et les Papillons des exemples encore très-remarquables. A ce moment, l'air enflant les trachées et une activité soudaine du mouvement circulatoire déterminant une pression sur les parties tégumentaires encore molles semblaient permettre de comprendre l'accroissement de volume du corps. On éprouvait néanmoins certain embarras à expliquer d'une manière tout à fait satisfaisante le mécanisme du déplissement des ailes de l'Insecte qui vient d'éclore. A cet égard, les observations et les expériences que M. Jousset de Bellesme a poursuivies sur des Libellules sont vraiment concluantes.

Assistant à la naissance de Mouches, Réaumur admettait l'introduction de l'air dans les ailes pour les déployer; il disait : « L'Insecte boit l'air pour s'en bien remplir le corps ». Évidemment, il ne se rendait pas compte du chemin que peut parcourir l'air dans l'organisme d'un Insecte; aussi, par divers auteurs, la remarque du célèbre naturaliste a été jugée dépourvue de tout caractère scientifique. Des observateurs ont attribué l'expansion des parties du corps et le déplissement des ailes à la pression du sang; dans ses belles recherches sur l'organisation des Volucelles, M. J. Künckel se montre, avec raison, très-assuré qu'un afflux de sang a pour effet de gonfler la tête et de produire l'extension des ailes; aux contractions des muscles thoraciques, il attribue la poussée du liquide sanguin. Certes, lorsqu'une activité nouvelle envahit tout à coup l'organisme de l'Insecte, les muscles entrent en jeu; cependant, chez l'animal au repos, — il n'est point encore en état de prendre son vol, — le jeu des muscles aurait pu paraître une puissance faible pour l'action énergique et rapide qui se manifeste. Les recherches dont nous avons à signaler l'intérêt donnent la preuve qu'il existe une autre cause; dans une très-petite mesure, elles nous ramènent à l'assertion de Réaumur.

Prenant pour objet principal de son étude la Libellule déprimée, M. Jousset de Bellesme suit l'Insecte dégagé de l'enveloppe de nymphe; alors, il voit le corps se gonfler, puis la tête grossir, les yeux s'arrondir, les ailes recoquillées s'étendre d'une manière uniforme. Un instant, par suite de l'extrême distension, le volume du corps surpasse celui qu'il conservera. Tant que s'accomplissent ces phénomènes, peu d'air pénètre dans les organes respiratoires; pourtant, une simple piqûre faite à l'abdomen suffit pour amener un dégonflement instantané. En disséquant sous l'eau les Insectes gonflés, l'observateur trouva toujours le tube

digestif rempli d'air et prodigieusement distendu. Dès que la Libellule a dégagé sa tête de l'enveloppe de nymphe, elle absorbe de l'air par la bouche, comme le pensait Réaumur, et peu à peu elle en emmagasine une quantité considérable dans l'œsophage, l'estomac et l'intestin. En se dilatant, le tube digestif refoule vigoureusement le liquide sanguin sur les côtés du corps, vers la tête, vers les appendices : ainsi s'étendent les ailes en quelques minutes. Bientôt après, le canal intestinal se vide, le corps s'aplatit et acquiert, avec sa coloration, sa forme définitive; les mouvements respiratoires s'établissent. Pour ne laisser aucune prise au doute, relativement au rôle de l'air introduit par la bouche, une expérience très-simple devait suffire : il s'agissait d'arrêter, par un artifice, à un moment donné, l'introduction de l'air dans le tube digestif, ou d'en amener la sortie à l'aide d'une piqûre; l'expérience a été plusieurs fois répétée par M. Jousset de Bellesme. Dans tous les cas, l'auteur a vu les ailes ne pas se déplisser ou cesser de s'étendre lorsqu'on empêche la dilatation du tube digestif de devenir suffisante pour refouler le liquide sanguin jusqu'aux extrémités des appendices. Un intéressant phénomène de la vie des Insectes resté un peu obscur se trouve donc maintenant tout à fait expliqué.

La Commission vous propose de décerner le prix Thore pour l'année 1877 à M. **Jousset de Bellesme.**

L'Académie adopte ces conclusions.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON. MÉDECINE ET CHIRURGIE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Gosselin, Vulpian, Bouillaud, Baron J. Cloquet, Sédillot, Baron Larrey, Ch. Robin, Bouley rapporteur.)

Le nombre des Ouvrages, manuscrits et imprimés, qui ont été adressés cette année à l'Académie, pour concourir aux prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, ne s'élève pas à moins de cinquante-cinq.

La Commission que l'Académie a chargée de l'examen de ces travaux n'a pas laissé que d'être embarrassée pour faire son choix entre tous, parce que le nombre de ceux qui lui ont paru mériter d'être distingués dépas-

sait, dans une assez grande mesure, celui des récompenses dont elle pouvait disposer.

Aussi a-t-elle dû, pour donner satisfaction, le plus possible, à de légitimes aspirations, prendre le parti de réserver pour le Concours de l'année prochaine quelques-uns des travaux de cette année, sur la valeur desquels elle pense qu'il ne faut se prononcer qu'après plus ample informé.

Voici le Rapport par lequel la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie rend compte à l'Académie des décisions qu'elle a prises et qu'elle lui propose d'adopter.

PRIX.

La rétine de l'Homme et des Vertébrés, par M. Hannover, professeur à l'Université de Copenhague.

Le livre publié sous ce titre, par M. **Hannover**, dans sa langue maternelle et dans la nôtre, contient une série de recherches anatomiques très-minutieuses, d'après lesquelles il a donné la description de la structure intime de la rétine de l'homme, comparée à celle des autres Vertébrés.

Déjà, dès 1844, dans son Ouvrage sur la *Structure du système nerveux*, M. Hannover avait montré qu'il existait de grandes analogies entre la structure et le mode de superposition des couches qui composent le cerveau et le cervelet d'une part, et les dispositions des couches de la rétine, de l'autre. Il était arrivé, en effet, par ses premières recherches, à constater l'existence, dans la rétine, de fibres nerveuses semblables à celles de la moelle et du cerveau et d'une couche de cellules qu'il a appelées *cellules cérébrales*, en raison de leurs analogies avec celles des lobes cérébraux.

Ces résultats étaient concordants avec ceux que donnaient les recherches embryogéniques qui commençaient à démontrer, à la même époque, que la rétine est une dérivation embryonnaire directe du cerveau ou, en d'autres termes, une circonvolution cérébrale établie en dehors de la cavité crânienne.

Cette idée fondamentale trouve son entière confirmation dans le nouvel ouvrage de M. Hannover, qui renferme une description aussi complète que possible de la rétine de l'Homme et des Vertébrés.

Tous les détails anatomiques que fait connaître M. Hannover, avec une grande netteté et une grande précision, sont très-importants au double point de vue de la Physiologie et de la Pathologie; mais ils sont si nombreux et si minutieux qu'ils échappent à toute analyse.

Un seul fait doit être mis en relief ici, c'est que tout, dans la rétine, n'est pas de nature nerveuse et n'a pas pour usage d'être impressionné par la lumière et de transmettre au cerveau les impressions reçues. Outre les couches nerveuses, procédant du cerveau dont elles ne sont qu'un épanouissement extra-cranien, il en existe d'autres qui ont un rôle qu'on peut appeler *catoptrique*, en ce sens qu'elles renverraient, sur les couches nerveuses déjà traversées par la lumière, certains des rayons qui arrivent à elles.

Ces recherches de M. Hannover, si intéressantes, si complètes, n'ont été possibles que grâce à la découverte qu'il a faite, dès 1840, de l'action que les solutions d'acide chromique exercent sur les tissus les plus délicats, les tissus nerveux en particulier. Sous l'influence des solutions chromiques, ces tissus acquièrent une consistance comparable à celle du cartilage sans qu'ils éprouvent aucune modification dans la forme et la structure intime de leurs éléments, d'où la possibilité d'y pratiquer des coupes aussi minces que l'exige l'emploi des microscopes les plus puissants.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, en couronnant le dernier travail de M. Hannover, a été heureuse de pouvoir reconnaître ainsi les services rendus à la Science, depuis plus de quarante ans, par cet anatomiste aussi modeste que savant, à la sagacité duquel l'histologie est redevable d'un de ses moyens les plus précieux d'investigation.

Elle décerne un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **Hannover**.

Clinique des nouveau-nés, l'atrepsie, par M. le professeur Parrot, de la Faculté de Paris.

Les enfants nouveau-nés sont sujets à des maladies nombreuses, diverses par leur siége et par leurs symptômes, et qui le paraissent également par leur nature : telles sont le muguet, l'érythrème, la diarrhée, les ulcérations de la peau et des muqueuses, l'otite de la caisse du tympan, l'endurcissement tégumentaire, le coma, les convulsions, les infarctus rénaux, l'hémorrhagie et le ramollissement de l'encéphale.

Mais cette diversité est-elle fondamentale? Jusqu'à présent on l'a considérée comme telle, témoin les descriptions isolées que les auteurs ont faites de ces maladies dans les livres qui traitent de la pathologie des nouveau-nés.

Le grand mérite de M. le professeur Parrot est d'avoir reconnu, en s'appuyant sur la clinique et l'anatomie pathologique, que toutes ces affections,

que toutes les lésions qui les caractérisent ont une origine commune, constante, unique, qui est un trouble de la nutrition ; qu'elles s'engendrent réciproquement, suivant un ordre toujours le même; et que, suivant leur date, suivant leurs relations de réciprocité, elles sont, tout à la fois, les causes et les effets d'un état constant, à savoir le *renversement du mouvement nutritif;*

Qu'elles forment un ensemble, un groupe, une famille pathologique, en un mot une *maladie;*

Que cet état, ce fait majeur domine, gouverne tout; qu'il est l'essence même du *mal* où est l'organisme de l'enfant nouveau-né et que, conséquemment, il doit servir à le qualifier : d'où le nom d'*atrepsie* que M. Parrot lui a donné.

Voilà une conception large et féconde, car, étant dévoilée la cause, la Thérapeutique a une directrice certaine. Il faut prévenir cette destruction de l'organisme qui se traduit par tant d'états morbides différents, en fournissant à l'appareil digestif des aliments qui s'adaptent par leur quantité et leurs qualités aux besoins de la nutrition.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a accordé à M. le professeur **Parrot** un prix de *deux mille cinq cents francs,* pour son beau livre sur l'atrepsie.

Leçons de Pathologie générale, les grands processus morbides, par M. Picot, professeur suppléant à l'École de Médecine de Tours.

La pensée dominante de ce livre considérable est que des connaissances certaines ne peuvent être assises en Pathologie que sur les connaissances certaines acquises en Anatomie et en Physiologie normales.

On ne peut interpréter des phénomènes pathologiques, qu'ils consistent dans des altérations matérielles des tissus ou dans les troubles des fonctions, que par la connaissance des modes de nutrition et de fonctionnement des tissus normaux.

Chaque tissu morbide dérive d'un tissu normal.

On peut déterminer la nature des produits pathologiques par leur comparaison aux tissus sains et aux humeurs normales dont ils proviennent. On peut déterminer également, par la comparaison avec les phénomènes physiologiques, la nature de chaque dérangement fonctionnel, qui est toujours le signe d'une lésion connue déjà, ou que les recherches de l'avenir feront connaître.

Tels sont les principes dont M. Picot s'est inspiré pour rédiger son ouvrage et *lui donner* le caractère d'originalité qui lui appartient.

Les anciens Traités de Pathologie générale étaient le reflet des doctrines médicales qui florissaient au moment de leur apparition. Celui-ci est le reflet des travaux qui tendent à donner à la Médecine un caractère de certitude en éclairant l'Anatomie pathologique par l'étude de l'évolution des tissus sains, et la Physiologie pathologique par celle de la Physiologie normale.

La Commission des prix de Médecine et Chirurgie a voulu reconnaître et encourager cette tendance et les efforts réussis qu'elle a dirigés, en accordant à M. **Picot** un prix de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

MENTIONS HONORABLES.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie accorde trois mentions de la valeur de *mille cinq cents francs* aux auteurs dont les noms suivent : 1° M. **Topinard**; 2° *ex æquo* MM. **Lasègue** et **Regnauld**, et MM. **Delpech** et **Hillairet**; 3° *ex æquo* M. **F. Franck** et M. **Oré**.

L'Anthropologie, par le Dr P. Topinard.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a distingué, parmi les nombreux travaux qu'elle a eu à examiner, l'*Anthropologie* de M. le Dr Topinard, ouvrage qui a déjà pour lui ce que Boileau prisait encore plus haut que l'approbation même de l'Académie, je veux dire l'assentiment public. Ce livre compte déjà deux éditions en deux années, et sa deuxième est elle-même presque épuisée. Il a reçu, en outre, l'honneur d'une traduction en anglais, et d'autres traductions sont en voie d'exécution dans d'autres langues.

C'est qu'il répond à un grand besoin de l'esprit public et qu'il y satisfait. Résumé didactique de tout ce vaste ensemble de connaissances qui constitue aujourd'hui la science anthropologique, le livre de M. Topinard est un livre d'initiation pour ceux qui commencent, en même temps qu'un manuel que ceux qui savent peuvent consulter avec profit. Il est donc tout à la fois à l'usage et des *indocti* et des *periti*.

M. Topinard a d'autant plus de mérite de l'avoir entrepris et d'y avoir réussi qu'il n'avait pas de modèle.

Maître de son sujet, il l'a fécondé par des recherches qui lui sont propres, et qui font de son livre une œuvre toute personnelle et originale.

Ses études sur le crâne dans l'homme et les animaux l'ont conduit à cette conclusion générale « que la capacité du crâne adulte et normal est

» trois fois plus grande dans la race humaine la moins favorisée que dans
» le genre d'anthropoïde le plus favorisé ».

Et l'ouvrage entier concourt à établir et à confirmer cette proposition que « l'homme sain se distingue de la brute, essentiellement, par le volume » de son cerveau et le développement de ses fonctions cérébrales ».

Quelles que soient les idées que l'on puisse concevoir et adopter sur l'origine ou les origines de l'homme, la Science, par toutes ses voies, est conduite à établir entre lui et les animaux la distinction suprême qui résulte du grand développement de l'appareil où se produit le phénomène supérieur dans lequel Descartes trouvait la preuve de son *être*.

La Thérapeutique jugée par les chiffres, par MM. Lasègue et Regnauld.

L'histoire de la Médecine semble témoigner contre la certitude de ses principes par les variations de la Thérapeutique. En voyant la vogue s'attacher pendant un certain temps à des médicaments qui disparaissent ensuite de la pratique pour tomber dans un oubli profond, on peut avoir quelque pente vers le scepticisme à l'endroit des médications et se laisser aller à la pensée que, dans un trop grand nombre de cas, elles procèdent plutôt de conceptions imaginaires que de connaissances certaines, acquises par l'observation et consacrées par l'expérience. Mais ce jugement, auquel on se range volontiers dans le monde, n'est pas assis sur la justice. Sans doute il y a des médicaments qu'on peut appeler *éphémères*, c'est-à-dire qui ne résistent pas au contrôle de l'expérience auxquels ils sont soumis, quand ils ont été préconisés d'après quelques données théoriques ou quelques essais individuels. Mais à côté de ceux-là s'en trouvent d'autres, toujours fidèles à eux-mêmes, qui prouvent leur efficacité par la constance de leurs résultats, et constituent ainsi, pour l'art, des ressources définitivement acquises, auxquelles le médecin peut se fier avec certitude.

Ces variations de la Thérapeutique, qui prêtent à tant de railleries, sont cependant dans la nature des choses; elles sont l'expression des tâtonnements nécessaires, des épreuves par lesquelles doivent passer les nouvelles médications avant d'être acceptées comme certaines. Les bonnes restent, les autres sont éliminées.

Deux professeurs de la Faculté de Paris, MM. les docteurs Lasègue et Regnauld, ont eu la très-heureuse idée d'étudier l'histoire de ces oscillations inévitables de la Thérapeutique, et aussi de ses conquêtes, dans des documents purement administratifs et financiers, les registres où la Pharmacie centrale des hôpitaux de Paris inscrit les médicaments et matières de

la Thérapeutique qu'elle fournit à tous les établissements dépendants de l'assistance publique. Rien de plus instructif que leurs tableaux statistiques, dont ils ont tiré très-ingénieusement l'histoire des idées qui ont dominé en Médecine pendant les périodes auxquelles ces tableaux se rapportent.

Quelques citations seulement pour faire ressortir l'importance de ce travail : du temps où dominait la doctrine de Broussais, le chiffre des sangsues livrées aux services hospitaliers par la Pharmacie centrale a dépassé un million pendant quelques années. En 1874, ce chiffre est tombé à 1600.

Par contre, celui des médicaments que Broussais traitait d'incendiaires s'est accru d'année en année : témoin l'alcool, dont la consommation a été de 37578 litres en 1874, tandis qu'elle n'était que de 1270 en 1855. Du temps de Broussais, l'usage en était nul, ou à peu près.

Les mouvements de la Thérapeutique sont ainsi indiqués par des chiffres qui sont l'expression certaine, non pas seulement des idées doctrinales, mais aussi des conquêtes définitives. Ils expriment, par exemple, l'influence qu'exercent sur les esprits les opinions aujourd'hui si justement accréditées sur la diffusion des germes, et ils traduisent également les grands bénéfices que l'on obtient journellement de l'emploi des anesthésiques et des analgésiques, ces grandes conquêtes de la Thérapeutique de notre époque.

Mémoire sur les accidents auxquels sont soumis les ouvriers employés à la fabrication des chromates, par MM. A. Delpech et Hillairet.

Les ouvriers employés à la fabrication des chromates sont soumis à des accidents très-redoutables :

Ulcérations spéciales des mains, des pieds, de la ceinture et, en général, de toutes les parties du corps sur lesquelles les poussières de chromate peuvent se déposer;

Perforation de la cloison nasale;

Irritation de la muqueuse des bronches, se traduisant par des accès de suffocation;

Céphalalgie accompagnée d'épuisement :

Voilà quelle en est la série.

D'où procèdent-ils?

Est-ce d'une intoxication généralisée ou d'une simple action de contact?

MM. Delpech et Hillairet ont été conduits par leurs recherches à reconnaître que tous ces accidents, hormis la céphalalgie qui est symptomatique des autres, résultaient de l'action escharrotique exercée par les poussières

de chromate sur les points de la peau ou des muqueuses où elles étaient déposées et séjournaient.

Ce mode d'action une fois constaté, ils en ont déduit les moyens prophylactiques.

Prévenir par des appareils et des dispositions appropriés la dissémination dans l'atmosphère des poussières escharrotiques;

Obliger les ouvriers à des lavages fréquents avec de l'eau simple, ou tenant en dissolution de l'azotate de plomb, ou du carbonate de potasse;

Leur faire porter des vêtements assez fermes pour protéger la peau du corps, et des gants pour celle des mains.

Tels sont les moyens proposés et qui seraient efficaces si l'on pouvait toujours plier les ouvriers à l'observation des mesures destinées à les protéger contre les dangers de leur profession. Mais on sait combien, dans tous les métiers, il est difficile d'obtenir qu'ils ne restent pas indifférents à ce qu'on leur conseille pour leur propre conservation.

Quoi qu'il en soit, MM. Delpech et Hillairet ont bien mérité par leurs recherches, qui les ont conduits à la constatation de faits inconnus ou méconnus, et à l'indication de mesures essentielles pour l'assainissement d'une industrie dangereuse.

Changement de volume des organes dans leurs rapports avec la circulation,

par M. F. Franck.

M. F. Franck a soumis au jugement de l'Académie une série de Mémoires très-importants, dans lesquels se trouve exposé l'ensemble de ses *Recherches sur le changement de volume des organes dans leurs rapports avec la circulation.*

Un organe vasculaire, la main par exemple, étant enfermée dans un bocal plein d'eau et ne communiquant avec l'extérieur que par un tube vertical, on constate qu'à chaque afflux sanguin dans les vaisseaux de la main correspond une ascension dans le tube vertical; et inversement, quand le sang reflue par les voies afférentes.

Grâce à cet appareil, M. Franck a pu enregistrer les variations de volume de l'organe et les étudier dans leurs rapports avec les mouvements du cœur, ceux de la respiration et ceux de la circulation dans les autres parties du corps. Quand on détermine un afflux du sang dans une région éloignée de la main, cette *dérivation* s'accuse par une diminution de volume de celle-ci; et inversement, quand on met obstacle à l'abord du liquide circulatoire dans

un réseau vasculaire considérable. Le sang qui devait y pénétrer, restant dans les autres organes, en augmente proportionnellement le volume.

Cette étude sur la main, M. Franck a pu la faire sur le cerveau et constater qu'il était soumis aux mêmes oscillations dépendant des mêmes causes.

Ainsi se trouve démontré par l'expérimentation directe ce grand phénomène physiologique sur lequel l'ancienne Médecine a appuyé l'une de ses pratiques les plus énergiques et les plus efficaces, celle de la *révulsion*. Ce qu'elle avait déduit plutôt de l'interprétation des choses que de l'observation directe des phénomènes, saisis dans leur évolution matérielle, M. Franck le montre aux yeux et le mesure avec certitude; le vieil aphorisme hippocratique devient ainsi une vérité démontrée.

Une autre conception hippocratique reçoit sa démonstration des expériences de M. Franck.

L'ancienne Médecine admettait l'existence de régions *sympathiques*, sur lesquelles elle conseillait d'appliquer de préférence les agents de la révulsion. M. Franck fait voir qu'effectivement ces régions existent. L'application d'un morceau de glace sur le dos de la main droite donne lieu, en quelques secondes, au resserrement des vaisseaux de la main gauche enfermée dans le bocal de l'appareil.

Les débits du cœur ont été également étudiés par M. Franck dans les conditions normales, expérimentales et pathologiques; et il consacre à cette importante question beaucoup d'efforts, qui témoignent de sa perspicacité et de son habileté expérimentale. La cavité du péricarde, close de toutes parts, a été utilisée par lui comme un appareil à changements de volume, grâce auquel il a pu faire sur le cœur ce qu'il a fait sur la main, c'est-à-dire étudier, avec beaucoup de détails, les modifications apportées à la fonction cardiaque par les influences variées, agissant sur le cœur par voie directe ou réflexe, retentissant sur son rhythme, sans modifier son travail, portant leur action sur la circulation périphérique et faisant ainsi varier, soit la réplétion, soit le débit du cœur.

Il ressort de ces expériences qu'il y a un rapport constant de la diminution systolique du cœur au débit ventriculaire et de l'augmentation diastolique du cœur à sa réplétion.

Physiologie expérimentale appliquée à la Thérapeutique et à la Toxicologie. De la médication intra-veineuse. Le chloral, par M. le Dr Oré.

M. le Dr **Oré** a exposé, dans ce livre, les résultats des expériences qu'il

poursuit, avec une grande persévérance depuis quelques années, sur les propriétés anesthésiques du chloral.

L'injection intra-veineuse de cette substance abolit, d'une manière absolue et presque immédiate, la sensibilité et paralyse le mouvement.

Ces deux phénomènes peuvent persister pendant plusieurs heures consécutives.

Le chloral fournit donc au physiologiste expérimentateur la ressource précieuse de pouvoir donner aux sujets d'expériences l'immobilité et l'insensibilité des cadavres, pendant une longue période de temps.

Les tortures peuvent ainsi leur être épargnées, et l'expérimentateur peut s'éviter à lui-même les difficultés des résistances et les dangers des révoltes.

C'est là un résultat considérable. Il a inspiré à M. Oré l'idée de recourir aux injections intra-veineuses du chloral, d'une part, pour combattre, chez l'homme, les accidents du tétanos et, de l'autre, pour produire l'*anesthésie chirurgicale*.

M. Oré a, dans ce procédé, une foi très-vigoureuse, qu'il a réussi à transmettre à un certain nombre de chirurgiens. Aussi, grâce aux essais qui en ont été faits en France, en Autriche et en Belgique, peut-il invoquer aujourd'hui, en sa faveur, une série de cinquante-trois observations, dont cinquante-deux témoigneraient à la fois de son innocuité et de son efficacité, tandis que, dans un seul cas, son application a été suivie de mort. Mais, suivant M. Oré, c'est uniquement à l'inobservation des règles que cet accident doit être attribué. Le procédé en soi ne saurait en être responsable.

Les efforts de M. Oré, pour faire prévaloir la méthode anesthésique nouvelle, sont louables assurément, puisqu'il a la conviction de la bonté de la cause qu'il défend; mais la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie ne croit pas que la démonstration soit faite de sa supériorité pratique sur le mode actuellement usité, et surtout de son innocuité.

Les faits sont encore trop peu nombreux, la pratique de ce procédé est encore trop peu répandue pour qu'on puisse être autorisé, dès maintenant, à formuler un jugement favorable.

La mention honorable que la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie accorde à M. le Dr **Oré** s'applique donc exclusivement à la partie de son livre qui est relative à l'application des injections intra-veineuses de chloral aux expériences physiologiques sur les animaux.

CITATIONS.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a distingué en outre et croit devoir signaler par des citations les auteurs dont les noms suivent :

Armaingaud. — *Névrose vasomotrice se rattachant à l'état hystérique*, etc. *Du point apophysaire dans les névralgies*, etc.

Brouardel. — *L'urée et le foie.*

Burq. — *La métalloscopie et la métallothérapie.*

Couty. — *Études sur l'entrée de l'air dans les veines et les gaz intravasculaires.*

Desprès. — *La chirurgie journalière*, etc.

Lecomte. — *Physiologie mécanique : Le coude et la rotation de la main.*

Mégnin. — *Monographie de la tribu des Sarcoptides psoriques; — Contagion de la gale des animaux à l'homme; — Demodex folliculorum.*

Peyraud. — *Etudes expérimentales sur la régénération des tissus cartilagineux et osseux.*

Salathé. — *Recherches sur les mouvements du cerveau.*

Sanné. — *Traité de la diphthérie.*

Testut. — *De l asymétrie dans les affections de la peau.*

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Claude Bernard, Baron Cloquet, Bouillaud, Sédillot, Gosselin, Vulpian rapporteur.)

L'attention de la Commission s'est portée sur deux Mémoires inscrits sous le n° **10** : l'un imprimé et intitulé : « *Recherches sur une épidémie de variole à Lyon, étudiée au point de vue de la contagion* » ; l'autre manuscrit et intitulé : « *De l'isolement des varioleux à l'étranger et en France, à propos de l'épidémie de Lyon, pendant les années* 1875, 1876 *et* 1877 ». L'auteur, M. **Joanny Rendu**, a eu l'idée d'étudier l'origine et le mode de propagation de la variole dans la ville de Lyon pendant cette épidémie. Une enquête très-bien faite, poursuivie avec une persévérance infatigable,

lui a permis de constater que tous les cas de variole observés dans cette ville, pendant les six premiers mois de l'épidémie, se rattachaient les uns aux autres par une filiation indiscutable, et avaient pour origine unique la variole d'un militaire qui avait apporté la maladie de Mâcon à Lyon. C'est là, sans contredit, une investigation des plus intéressantes et dont le résultat vient à l'appui de l'opinion des auteurs qui admettent que la propagation de la variole s'effectue exclusivement par voie de contagion directe ou indirecte.

La conséquence naturelle de cette doctrine est la nécessité d'isoler complétement les varioleux pour rendre impossible la contagion. M. Joanny Rendu a étudié avec le plus grand soin tout ce qui a été fait dans cette direction, soit à l'étranger, soit en France. Ce qui ajoute de l'intérêt à cette partie du travail de M. Joanny Rendu, c'est que la plupart des documents consignés dans son Mémoire sont de date très-récente et proviennent de réponses à des lettres qu'il a écrites aux médecins les mieux informés de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, de l'Espagne, de la Suède, de la Russie, de l'Égypte, de l'Amérique, de la Chine, de la Cochinchine, de la Nouvelle-Zélande, etc. A l'aide de ces documents et de ceux qui étaient déjà connus, M. Joanny Rendu montre les heureux résultats de l'isolement partout où il a été pratiqué avec quelque rigueur, et il fait voir que de grandes améliorations doivent être réalisées sous ce rapport dans notre pays.

Les deux Mémoires de M. **Joanny Rendu** offrent donc un grand intérêt, non-seulement au point de vue des questions relatives à la contagion de la variole, mais encore au point de vue de la prophylaxie de cette maladie. Aussi la Commission, à l'unanimité, vous propose-t-elle de décerner à leur auteur le prix annuel de *cinq mille francs*, représenté par l'intérêt du capital du prix Bréant.

Cette conclusion est adoptée par l'Académie.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Vulpian, Cl. Bernard, baron Cloquet, Bouillaud, Gosselin rapporteur.)

M. **Cadiat** a soumis à l'Académie cinq Mémoires ; mais trois d'entre eux ayant été faits par lui en collaboration avec notre confrère M. Ch. Robin, nous avons cru devoir les laisser de côté, pour nous

occuper exclusivement des deux Ouvrages qui portent la signature de M. Cadiat seul.

Le premier est intitulé : *Étude sur les muscles du périné, et en particulier sur les muscles dits* de Guthrie et de Wilson. L'innovation capitale de ce travail résulte des investigations microscopiques faites par l'auteur pour résoudre une question controversée depuis longtemps parmi les anatomistes, celle de savoir si l'urèthre a des fibres musculaires disposées en groupes séparés formant les faisceaux distincts qui ont été décrits soit par Wilson, soit par Guthrie. L'examen à l'œil nu, dont on s'était contenté jusqu'à présent, laissait des incertitudes, parce que, les fibres musculaires dont il s'agit étant pâles et minces, il était difficile de déterminer si c'était bien à un élément de ce genre ou à du tissu conjonctif mélangé de vaisseaux sanguins qu'on avait affaire. M. Cadiat s'est renseigné par l'examen histologique, en faisant sur l'urèthre une série de coupes transversales qu'il examinait successivement au microscope; il est arrivé ainsi à constater nettement que, depuis le col de la vessie jusqu'à la partie antérieure de sa portion membraneuse, l'urèthre était entouré d'une couche circulaire de fibres musculaires lisses, lesquelles se continuent sans interruption d'un de ces points à l'autre, en se renflant seulement un peu çà et là, mais dans des points qui varient suivant les sujets. Ce sont ces renflements qui ont fait croire à de bons anatomistes qu'il y avait là des faisceaux distincts. Non-seulement M. Cadiat, en contredisant ses prédécesseurs, établit avec l'histologie un fait anatomique désormais incontestable, mais il donne en même temps raison aux chirurgiens qui admettent l'existence des rétrécissements spasmodiques. Il paraît positif, en effet, que des fibres musculaires ainsi disposées circulairement, tout le long de la portion membraneuse de l'urèthre, présentent des conditions favorables pour fermer le conduit, dans les cas où, sous l'influence de grandes excitations morbides, elles viennent à se contracter spasmodiquement.

Le deuxième travail de M. Cadiat, plus considérable et plus important que le premier, est intitulé : *Étude sur l'anatomie normale et sur les tumeurs du sein chez la femme.*

Il se fait remarquer par un fait anatomique nouveau provenant encore de recherches microscopiques; car M. Cadiat, en même temps qu'il est anatomiste et clinicien, est un histologiste distingué. Ce fait nouveau est celui-ci : La partie essentielle de la glande mammaire, celle qui sécrète le lait, en un mot l'ensemble des culs-de-sac glandulaires, n'existe pas continuellement, comme on l'avait cru jusqu'ici. Ce sont des éléments tempo-

raires, qui se produisent au début de la grossesse, s'accroissent pendant son évolution, se perfectionnent après l'accouchement et se continuent tant que dure la lactation. Celle-ci une fois terminée, les canaux excréteurs persistent bien, mais les parties sécrétantes, les culs-de-sac glandulaires, les acini, comme aurait dit Malpighi, se résorbent et disparaissent pour se reproduire quand une nouvelle grossesse aura lieu.

Seulement il peut arriver que cette formation de culs-de-sac glandulaires se produise anormalement, en dehors de la parturition et par une sorte d'erreur physiologique; tantôt c'est parce qu'un appel sera provoqué vers les mamelles par une maladie de l'utérus, agissant sympathiquement ou par une action réflexe de la même façon que la grossesse, tantôt ce sera à la suite d'une suppression de la menstruation, tantôt enfin ce sera l'effet d'une aberration dont la cause nous échappe.

Quoi qu'il en soit, selon M. Cadiat, nous avons, dans une aberration de ce genre, l'explication d'une variété assez fréquente de tumeurs que nos prédécesseurs avaient englobées dans la classe des cancers, et que les anatomistes et les cliniciens en avaient distinguées sous les noms de *tumeurs mammaires chroniques* (A. Cooper), tumeurs fibreuses (Cruveilhier), tumeurs adénoïdes (Velpeau), tumeurs hypertrophiques (Lebert). Velpeau, d'après le simple examen à l'œil nu, avait bien reconnu que ces tumeurs, qui ne sont pas des cancers, ont certaines analogies de structure avec la glande mammaire normale, et les premiers histologistes qui ont mis la question à l'étude, MM. Lebert, Robin et Broca, avec leur microscope, avaient découvert dans ces mêmes tumeurs la présence de l'élément glandulaire, ce qui donnait largement raison à l'opinion de Velpeau. Mais, depuis quelques années, les travaux allemands étaient venus contredire l'interprétation que je viens d'indiquer. Là où les auteurs français voyaient des culs-de-sac glandulaires, avec leurs cellules épithéliales, semblables à celles de l'état normal, on ne voulut plus voir que des cellules dites *embryonnaires*, provenant d'une prolifération des cellules du tissu conjonctif, et aux tumeurs adénoïdes on substitua les tumeurs sarcomateuses. C'était introduire, pour les applications à la clinique, une confusion malheureuse, car nous savions, quand nous parlions d'adénômes, que nous voulions indiquer des productions bénignes, tandis que quand nous prononçons le mot de *sarcômes*, la plus grande incertitude persiste, les sarcômes étant tantôt bénins, tantôt malins.

M. Cadiat, par ses études histologiques nouvelles, et surtout par la comparaison qu'il fait de certaines tumeurs avec la glande mammaire à l'état

de fonctionnement, nous ramène à l'idée première de Velpeau et des auteurs français. Ce qu'on trouve dans un bon nombre de tumeurs de la mamelle, que l'expérience a prouvé être des productions bénignes, ce sont des culs-de-sac glandulaires tout à fait semblables à ceux de la glande pendant l'allaitement.

Non-seulement M. Cadiat établit que l'adénôme, tel que l'ont compris Velpeau et Lebert, existe réellement, mais encore il nous fait voir comment, une aberration physiologique coïncidant avec l'aberration anatomique, un ou plusieurs kystes peuvent se former concurremment. Il démontre que les kystes sont formés par l'accumulation dans les cavités glandulaires du liquide qui y est sécrété anormalement, et qu'à côté de ces kystes d'autres culs-de-sac glandulaires ne se remplissent pas de liquide et forment une masse concrète plus ou moins considérable. C'est là l'explication de la coïncidence habituelle d'une tumeur solide avec un kyste dans la région mammaire.

M. Cadiat, tout en considérant l'adénôme ainsi expliqué comme une variété très-accentuée et fréquente de la tumeur bénigne du sein, indique cependant une cause de difficulté dans l'appréciation de la nature de certaines tumeurs. Cette cause se trouve dans la participation possible du tissu conjonctif environnant à l'état maladif, et dans la formation aux dépens de ce tissu conjonctif de la cellule, dite *embryonnaire*, qui caractérise le sarcôme. Quand une tumeur présente ce double caractère histologique, les culs-de-sac glandulaires et les cellules embryonnaires, on se trouve en présence d'une lésion complexe, un adéno-sarcôme, sur le pronostic duquel il convient d'être réservé.

Comparant enfin l'adénôme au cancer, M. Cadiat montre que la genèse de ce dernier diffère de celle du premier, en ce qu'il se produit au niveau et aux dépens des cellules épithéliales, dont il modifie profondément les conditions anatomiques, et comme ces cellules épithéliales forment dans l'économie un ensemble, une sorte de système, on peut comprendre que la même cause qui a porté son action sur celles de tel ou tel organe puisse la porter sur tel ou tel autre, et comment ainsi se produit la généralisation du cancer.

En résumé, par les progrès qu'il a fait faire à l'Anatomie et à la Pathologie, dans la direction indiquée par Godard, M. Cadiat a mérité le prix fondé par ce médecin, et comme ce prix n'a pas été décerné en 1876, et que le testateur a formellement exprimé la volonté qu'en pareil cas la somme pût être ajoutée au prix de l'année suivante, la Commission, à l'una-

nimité, vous propose d'accorder à M. **Cadiat** le prix Godard, porté à la somme de *deux mille francs*.

L'Académie adopte ces conclusions.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Vulpian, Robin, Gosselin, Milne Edwards rapporteur).

Parmi les pièces adressées à l'Académie pour le Concours de Physiologie expérimentale, la Commission chargée de juger ces travaux a particulièrement remarqué deux Mémoires relatifs à l'action des courants électriques sur le cerveau, et dus, l'un à M. le Dr **Ferrier**, médecin de l'hôpital du Roi, à Londres, l'autre à MM. **Carville** et **Duret**, jeunes physiologistes de l'École de Paris, dont l'Académie a déjà entendu les noms prononcés avec éloges.

La voie dans laquelle ces auteurs se sont engagés n'a pas été ouverte par eux. Déjà, en 1809, Rolando y avait fait quelques pas incertains et, en 1870, elle avait conduit MM. Fritsch et Herzig à des découvertes importantes; mais M. Ferrier a poussé ses investigations beaucoup plus loin que ne l'avaient fait ses devanciers, et MM. Carville et Duret ont contribué aussi, d'une manière notable, au progrès de nos connaissances relatives aux propriétés physiologiques de l'encéphale, sujet qui, cependant, avait été déjà traité, de main de maître, par Flourens, par Magendie, par Longet et par plusieurs autres expérimentateurs dont il serait superflu de rappeler ici les noms.

On sait, depuis longtemps, que le cerveau diffère essentiellement de la moelle épinière. Tandis que cette dernière partie du système nerveux est d'une sensibilité exquise et que l'excitation mécanique de sa substance peut déterminer des mouvements convulsifs des membres aussi bien qu'une vive douleur, le cerveau se montre indifférent aux stimulants de ce genre : chez l'homme, aussi bien que chez les autres Vertébrés, on peut le piquer, le couper, le cautériser sans qu'il ne résulte de ces lésions ni sensations douloureuses ni contractions musculaires, bien que la faculté de percevoir les impressions sensitives et de provoquer les mouvements volon-

taires soit subordonnée à l'activité fonctionnelle de cet organe. Mais MM. Fritsch et Herzig ont constaté qu'il en est autrement lorsque, au lieu d'employer des stimulants mécaniques ou chimiques, on fait agir sur certaines parties de la couche corticale du cerveau un courant galvanique. On provoque alors des mouvements, et les muscles mis en jeu de la sorte varient suivant les points des hémisphères cérébraux sur lesquels les électrodes sont appliquées. Ainsi l'excitation de l'un de ces points est suivie de mouvements du membre thoracique du côté opposé; en stimulant un autre point, également très-circonscrit, on met en action le membre postérieur; en portant les rhéophores sur un troisième point, MM. Fritsch et Herzig virent les muscles du tronc se contracter; enfin, lorsque ces physiologistes agirent de la même façon sur un certain point de l'encéphale plus éloigné des précédents, des contractions musculaires se manifestèrent dans la région faciale, tandis que les muscles du tronc et des membres restèrent en repos.

Les premières recherches de M. Ferrier suivirent de très-près celles des deux physiologistes dont nous venons de rappeler les intéressantes découvertes, et, en 1873, cet auteur envoya au Concours, pour le prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire imprimé l'année précédente, et dans lequel il précisa, mieux que ne l'avaient fait ses prédécesseurs, les actions excitomotrices spéciales développées par l'application de l'électricité sur autant de points également spéciaux de la surface, soit du cerveau, soit du cervelet, points dont l'excitation électrique est sans influence appréciable sur le reste du système musculaire.

La Commission chargée de décerner le prix de Physiologie pour 1874 examina avec beaucoup d'intérêt le Mémoire de M. Ferrier; mais elle crut devoir ajourner son jugement sur ce travail, parce que son auteur se proposait de pousser ses recherches plus loin et parce que des doutes s'étaient élevés au sujet de la signification des faits signalés soit par ce physiologiste, soit par MM. Fritsch et Herzig.

Effectivement, on pouvait se demander si les phénomènes constatés par ces investigateurs étaient bien une conséquence de l'excitation de la substance grise des couches corticales de l'encéphale et ne résultaient pas de la transmission du courant électrique jusqu'aux parties basilaires de l'axe cérébrospinal situées au-dessous des points d'application des électrodes et déjà connues comme remplissant les fonctions de foyers excitomoteurs.

MM. Carville et Duret ont étudié cette question avec beaucoup de soin et de précision; leurs expériences, faites dans le laboratoire de l'un des

Membres de votre Commission, M. Vulpian, nous paraissent probantes, et il en est résulté non-seulement la confirmation des principaux résultats obtenus par M. Ferrier, mais aussi la constatation de plusieurs faits nouveaux dont l'importance est considérable.

Enfin M. Ferrier a complété ses recherches par une série d'expériences d'un haut intérêt sur les effets produits par l'excitation électrique des diverses parties de l'encéphale chez les Singes, animaux qui, plus que tous les autres, ressemblent à l'homme par leurs facultés, ainsi que par leur mode d'organisation. M. Ferrier a étudié de la même manière divers Vertébrés des classes inférieures, et a exposé l'ensemble de son travail dans un livre publié au commencement de cette année.

Par conséquent, votre Commission a pensé qu'il ne fallait pas tarder davantage à émettre son opinion sur les mérites de ce concurrent, ainsi que sur la valeur scientifique des recherches expérimentales de MM. Carville et Duret.

Les limites assignées à nos Rapports par les règlements de l'Académie ne nous permettent pas d'analyser d'une manière complète les travaux de ces auteurs; mais, pour en montrer l'importance, nous croyons nécessaire de rappeler brièvement quelques-uns des faits mis en évidence par leurs recherches expérimentales.

M. Herzig a trouvé que, chez le Chien, le genre d'excitabilité mis en évidence par l'électricité n'existe pas dans toute l'étendue de la substance corticale des lobes cérébraux; que la galvanisation de la portion antérieure, ainsi que la galvanisation de la portion postérieure de ces hémisphères, ne détermine aucune contraction des muscles et que les divers points excitables dont nous avons parlé précédemment sont situés dans la région moyenne ou région pariétale de ces lobes. M. Ferrier a constaté que cette zone est beaucoup plus étendue que ne le pensait son prédécesseur et que le cervelet jouit de propriétés analogues tout en exerçant son influence sur d'autres parties du système musculaire. Les effets produits par la faradisation des différentes parties de cet organe encéphalique ont été particulièrement nets dans les expériences pratiquées sur les Lapins : en stimulant de la sorte la portion postérieure du lobe moyen du cervelet, M. Ferrier détermina dans les yeux les mouvements qui dépendent de la contraction du muscle droit interne de l'œil gauche et de l'analogie physiologique de ce muscle, du côté opposé, savoir le muscle droit externe de l'œil droit. L'excitation électrique de la portion moyenne ou de la portion postérieure du même lobe cérébelleux ne produisit aucun effet sur les muscles dont nous venons de

parler, mais provoqua la contraction de leurs antagonistes. Des mouvements de rotation du globe oculaire suivirent l'électrisation de la surface postérieure du lobe latéral du cervelet et varièrent, quant à la direction, suivant les parties de ce lobe auxquelles les électrodes étaient appliquées. Enfin les deux yeux se dirigèrent successivement en haut et en bas lorsque le stimulant électrique fut appliqué de façon à agir sur la partie antérieure et supérieure de ce lobe. En opérant de la même manière sur d'autres Mammifères, notamment sur le Chien, le Chat et le Singe, M. Ferrier obtint des résultats analogues et les physiologistes n'ont pas oublié que déjà, en 1827, notre savant confrère, M. Bouillaud, dans ses expériences sur la cautérisation de diverses parties de la surface du cervelet, avait plus d'une fois remarqué l'apparition de mouvements anormaux du globe de l'œil à la suite de ces lésions; mais la même localisation d'un pouvoir directeur des mouvements de l'appareil visuel ne paraît pas exister chez les animaux vertébrés moins élevés en organisation, car M. Ferrier n'a pu la constater ni chez les Oiseaux, ni chez les Batraciens, ni chez les Poissons.

Les expériences de M. Ferrier sur l'électrisation des couches corticales du cerveau chez les Singes sont particulièrement intéressantes. En appliquant les électrodes sur tel ou tel point de la surface des hémisphères cérébraux, il a pu non-seulement provoquer à volonté des mouvements dans telle ou telle région du corps, mais mettre exclusivement en action certains muscles ou groupes de muscles appartenant soit aux membres, soit à la face. Ainsi, en agissant sur le lobule pariétal postérieur, il fit avancer la patte postérieure du côté opposé comme dans la marche; puis, en appliquant l'électrode un peu plus bas sur le même pli ou sur la partie adjacente du pli frontal ascendant du côté gauche, il détermina dans la cuisse, la jambe et le pied du côté droit des mouvements plus complexes et analogues à ceux que ces animaux exécutent lorsqu'ils veulent se gratter le flanc. Chaque fois que les électrodes furent appliquées un peu moins haut sur le même pli frontal, l'animal remua la queue, et lorsque l'action du stimulant fut transportée sur un autre point situé dans la même région, mais un peu plus en arrière, il en résulta des mouvements de rétraction et d'adduction du bras du côté opposé, tandis que le mouvement d'extension du même membre suivit l'application des électrodes sur un point adjacent. L'excitation d'autres points détermina des mouvements des doigts, des oreilles, des paupières, des lèvres, ou de quelques autres parties de la face, suivant l'endroit excité. En un mot, chacun des mouvements que l'animal, dans l'état normal, exécute volontairement, était produit automatiquement par l'ac-

tion de l'électricité portée successivement sur autant de parties différentes de la substance corticale de l'hémisphère cérébral du côté opposé du corps.

La division du travail physiologique, qui semble être démontrée de la sorte, et la localisation correspondante de l'action excitomotrice exercée par le cerveau sur les diverses parties du système musculaire, paraissent être portées moins loin chez d'autres Mammifères d'un rang inférieur, le Chien ou le Chat par exemple, et cette spécialisation du mode d'action de l'encéphale semble diminuer davantage encore chez les Mammifères à cerveau lisse, tels que le Lapin et le Cochon d'Inde. Enfin, chez les Vertébrés ovipares, M. Ferrier n'est pas parvenu à en constater nettement l'existence.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'action des courants électriques sur la substance corticale de la portion antérieure ou de la portion postérieure des lobes cérébraux ne provoque aucun mouvement musculaire et M. Ferrier a constaté que l'étendue de ces régions sans relations appréciables avec les fonctions excitomotrices est proportionnellement plus grande chez les Carnassiers que chez les Rongeurs, et chez les Singes que chez les Carnassiers. Il incline à croire que ces parties, en apparence inexcitables physiquement, sont le siége de fonctions nerveuses d'un ordre plus élevé; mais les conjectures que l'on peut former à ce sujet sont encore trop vagues pour qu'il soit utile d'en parler ici.

Pour bien apprécier la signification des faits constatés, soit par M. Ferrier, soit par ses devanciers, MM. Fritsch et Herzig, il est nécessaire de prendre en considération les résultats fournis par les expériences de MM. Carville et Duret. Sans être complétement d'accord avec ces physiologistes sur l'indépendance et sur les limites de tous les foyers d'action dont nous venons de parler, MM. Carville et Duret tirent aussi, des recherches qui leur sont propres, cette conclusion générale qu'il existe à la surface des circonvolutions cérébrales des points spéciaux dont l'excitation par des courants électriques faibles détermine des mouvements parfaitement locaux et distincts; mais ces auteurs ont constaté que l'existence de la substance grise dans ces points n'est pas nécessaire pour l'obtention des effets indiqués, car les phénomènes produits par l'électricité appliquée de la sorte se manifestent après l'ablation et la désorganisation de cette substance, comme lors de son existence. MM. Carville et Duret ont constaté aussi que la section des fibres de la substance blanche qui relient une de ces portions de la couche corticale au mésencéphale rend cette portion inapte à

provoquer des mouvements quand on l'excite galvaniquement, et, d'autre part, il est à noter que l'excitation électrique de l'écorce grise du cerveau n'est suivie d'aucune contraction musculaire chez les animaux qui sont plongés dans un état d'anesthésie profonde par l'action du chloroforme, de l'éther ou du chloral.

Les expériences célèbres de Flourens nous ont appris que l'ablation des lobes cérébraux n'entraîne pas la cessation des mouvements automatiques ou réflexes, mais cause chez les Vertébrés supérieurs la perte plus ou moins complète du pouvoir de déterminer spontanément les mouvements qui, dans l'état normal de l'organisme, sont provoqués par la volonté. La faculté de vouloir, aussi bien que la faculté de percevoir mentalement les impressions sensitives semblent être abolies par la destruction de cette portion de l'encéphale, et le physiologiste éminent que nous venons de citer conclut, de divers phénomènes observés à la suite d'ablations partielles des hémisphères du cerveau, que toutes les parties de ces organes sont douées des mêmes propriétés, de façon à pouvoir se suppléer mutuellement comme instrument de volition. Les résultats dont nous venons de rendre compte semblent prouver qu'il n'en est pas ainsi et tendent à établir que l'influence de la volonté doit s'exercer sur les diverses parties du système musculaire par l'intermédiaire d'autant de foyers d'action excitatrice spéciaux. Les faits de Pathologie recueillis en 1825 par notre savant confrère M. Bouillaud, dans divers cas d'aphasie, et les observations plus récentes de M. Broca avaient rendu probable l'existence d'un centre excitateur de ce genre, dont l'action s'exercerait sur les muscles producteurs des mouvements nécessaires à l'articulation des mots; la découverte due à MM. Fritsch et Herzig, les résultats fournis par les recherches expérimentales de M. Ferrier, et les faits constatés par MM. Carville et Duret, tendent tous à établir que le cerveau contient beaucoup d'autres foyers d'innervation, de nature analogue et également aptes à exercer leur empire sur autant de parties distinctes du système musculaire. La différenciation des propriétés physiologiques des diverses parties du cerveau se manifeste d'autant plus nettement que les animaux soumis à ce genre d'investigation sont plus élevés en organisation; mais la division du travail physiologique, réalisée de la sorte, ne semble être complète chez aucun des Vertébrés dont les fonctions cérébrales ont été étudiées à ce point de vue. Ainsi, même chez le Chien, la localisation des influences excitomotrices développables par la volonté ne saurait être considérée comme étant absolue, car MM. Carville et Duret ont vu les mouvements volontaires se rétablir au bout de quelques jours dans le

membre qui, au premier moment, avait été en grande partie soustrait au contrôle de la volonté, par suite de la destruction de la portion de l'écorce cérébrale dont l'excitation électrique provoquait le jeu de ses muscles. Or ce retour au mode de fonctionnement normal ne pouvait être attribué à une suppléance effectuée par la partie correspondante de l'autre hémisphère, car la guérison persista après que MM. Carville et Duret eurent détruit cette seconde moitié de l'appareil excitateur spécial.

On doit à ces auteurs la constatation de plusieurs autres faits nouveaux relatifs au mode d'action des diverses parties de l'encéphale, et nous ne pouvons passer sous silence les expériences entreprises par M. Ferrier dans l'espoir de découvrir s'il n'existerait pas une localisation analogue de la faculté de percevoir les impressions transmises au cerveau par les organes de la vue, de l'ouïe, de l'odorat et du goût; mais les questions de cet ordre sont encore entourées de trop d'obscurité pour que nous puissions nous y arrêter ici.

Votre Commission a cru devoir également s'abstenir de porter un jugement sur les vues théoriques et les hypothèses présentées par M. Ferrier. En effet, les physiologistes peuvent être partagés d'opinion au sujet des conséquences à tirer des faits acquis à la Science, soit par cet expérimentateur, soit par ses devanciers, MM. Fritsch et Herzig, ou par ses émules MM. Carville et Duret; mais on ne saurait méconnaître l'importance de ces faits. MM. Fritsch et Herzig n'étant pas au nombre des concurrents dont la Commission avait mission de juger les travaux, nous n'avons pas à nous en occuper en ce moment, mais nous avons pensé qu'il convenait de ne pas tarder davantage à nous prononcer sur le mérite des recherches de M. Ferrier et de MM. Carville et Duret, qui s'étaient présentés à notre barre. Ces travaux nous paraissent l'un et l'autre dignes des récompenses de l'Académie, et, après avoir examiné non moins attentivement les autres pièces envoyées au Concours, votre Commission a résolu de vous proposer que le prix de Physiologie, pour 1877, soit partagé entre M. **Ferrier**, pour l'ensemble de ses expériences sur les effets produits par l'électrisation de la surface du cerveau, et MM. **Carville** et **Duret**, pour leur Mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur les fonctions des hémisphères cérébraux*.

Votre Commission a regretté de ne pouvoir vous demander de décerner un second prix à MM. **Jolyet** et **Regnard** pour l'étude expérimentale que ces jeunes physiologistes ont faite des phénomènes chimiques de la respiration chez les animaux aquatiques. Ce travail est remarquable par la précision des méthodes dont MM. Jolyet et Regnard ont fait usage, et il résout com-

plétement plusieurs questions qui n'avaient été traitées jusqu'alors que d'une manière insuffisante. La Commission vous propose donc d'accorder à MM. **Jolyet** et **Regnard** une mention très-honorable.

Enfin elle croit devoir signaler à votre attention bienveillante l'auteur d'un Mémoire sur la sensibilité, M. le D[r] **Charles Richet**, jeune physiologiste dont la vive intelligence et le jugement droit promettent beaucoup pour l'avenir.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, baron J. Cloquet, Bouillaud, Sédillot, Gosselin, Vulpian, Milne-Edwards, Ch. Robin, de Quatrefages rapporteur).

L'Ouvrage que M. **Dareste** a présenté au Concours pour le prix de Physiologie fondé par M. Lacaze est intitulé : *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, ou *Essais de tératogénie expérimentale*. Il résume un ensemble d'études commencées il y a environ vingt-cinq ans, poursuivies avec une persévérance bien rare, dans des conditions très-diverses et souvent fort peu favorables. Les premières publications de l'auteur, sur le sujet qui devait l'occuper tant d'années, remontent à 1855. Cette date est utile à rappeler, en présence surtout de l'ouvrage de M. Panum, publié cinq ans après sous un titre indiquant une identité de recherches, plus apparente que réelle (1). L'éminent professeur danois a, comme M. Dareste, recherché dans l'œuf des oiseaux les origines de la monstruosité; comme notre compatriote, il a, dans certains cas, produit artificiellement des déviations organiques. Mais, le plus souvent, il a recherché dans des œufs non éclos les monstres produits spontanément. M. Dareste, au contraire, a eu constamment, exclusivement recours à la méthode expérimentale. C'est par milliers qu'il a examiné les œufs mis par lui en incubation dans des conditions déterminées, et par milliers aussi qu'il a produit et étudié les monstres dont il connaissait l'âge. Il a pu ainsi saisir la succession des phénomènes, remonter des derniers produits à ceux qui jouent le rôle de

(1) *Untersuchungen über die Entstehung der Missbildungen Zunächst in den Eiern der Vogel*, 1860, Kiel.

cause immédiate initiale, et résoudre à bien peu près sans doute, dans son ensemble et ses détails, le grand problème qu'il avait abordé.

M. Dareste n'a certes pas la prétention d'avoir créé la méthode. Dans une introduction historique, peut-être un peu trop sommaire, il a rappelé les noms et les travaux de tous ceux qui l'avaient précédé dans cette voie, de ceux même qui, comme Schwammerdam, semblent n'avoir jamais essayé de réaliser leurs vues théoriques, ou qui, comme MM. Prévost et Dumas, dans leur célèbre Mémoire sur le développement du poulet, s'en sont tenus à une simple indication des résultats généraux obtenus [1]. Il a naturellement insisté davantage sur les travaux de Geoffroy Saint-Hilaire. Mais on sait que même les expériences du fondateur de la tératologie moderne n'ont jamais été publiées avec détails et que les résultats n'en ont pas été précisés; si bien que l'on a souvent émis à leur sujet des doutes formels. Nous devons à M. Dareste la découverte d'un document qui tranche complétement la question. En visitant les papiers laissés par Étienne Geoffroy, notre candidat a trouvé deux planches gravées, inédites, représentant quelques-uns des monstres obtenus dans des expériences faites au Muséum. On nous permettra d'exprimer le vœu qu'elles soient publiées, avec un texte que M. Dareste pourrait rédiger mieux que personne.

Les prédécesseurs de M. Dareste ont généralement obtenu des monstruosités en chauffant les œufs dans une étuve fermée et les soumettant à des manœuvres diverses que l'on peut ramener à trois principales, savoir : 1° la position verticale des œufs; 2° l'application partielle sur la coquille d'une substance (huile, colle, vernis, etc.) imperméable à l'air; 3° l'emploi de températures un peu supérieures ou un peu inférieures à la température d'incubation normale. Ce dernier procédé est le plus certain, comme l'avaient indiqué depuis longtemps MM. Prévost et Dumas. C'est lui qui a fourni à M. Dareste la plupart de ses monstres. Enfin MM. Prévost et Dumas, ainsi que M. Lombardini, ont obtenu un certain succès en employant les courants électriques produits par la pile ou par des appareils d'induction.

M. Dareste a expérimenté tous ces procédés. Il les discute très-sommairement, se réservant de les étudier avec une rigueur scientifique dont il n'a pu user jusqu'ici, faute des appareils de précision nécessaires. Toutefois il est arrivé déjà, dans cet ordre de recherches, à quelques résultats généraux intéressants. Nous n'en mentionnerons qu'un seul dont on comprendra aisément la portée.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 1re série, 1826.

Les trois procédés qui mettent en jeu la chaleur, surtout le premier et le troisième, permettent évidemment de placer les œufs mis en expérience dans des conditions de développement identiques. Et pourtant, d'une part, jamais ces œufs ne donnent tous des embryons monstrueux; et, d'autre part, jamais les monstruosités obtenues ne sont toutes semblables. C'est que, comme le montre bien M. Dareste, la déviation tératologique est une résultante, qui dépend à la fois de l'action exercée sur le germe et de la nature propre, de l'*individualité* de ce germe déjà nettement reconnue par Harvey. De ces deux termes, le second échappe entièrement à l'expérimentateur. De là il résulte que celui-ci ne saurait produire à coup sûr une monstruosité donnée, possédât-il la connaissance complète de toutes les causes tératogéniques et le pouvoir de les mettre en jeu.

Cela même donne une importance réelle aux résultats obtenus par M. Dareste, grâce à un procédé tout de son invention. En chauffant les œufs dans une couveuse à l'air libre et sur un seul point de leur surface, en observant quelques précautions, notre auteur a pu modifier la forme du blastoderme et de l'aire vasculaire, la rendre elliptique de circulaire qu'elle est normalement, et orienter à volonté l'embryon par rapport au grand axe de l'ellipse. Ce ne sont pas là, il est vrai, de véritables monstruosités : ce ne sont guère que des anomalies des annexes de l'embryon; et ces anomalies artificielles ne paraissent pas se relier d'une manière bien nette à des phénomènes tératologiques proprement dits. M. Dareste a reconnu, il est vrai, que l'inversion des viscères accompagne souvent une des déformations blastodermiques artificiellement produites. Mais, d'abord, il n'y a là rien de constant; et, en outre, l'expérimentateur n'a pu encore que soupçonner, dans les cas de ce genre, les relations de cause à effet.

La recherche des relations de cette nature a été la préoccupation constante de M. Dareste pendant ses longues recherches. Son livre en porte l'empreinte à un haut degré, et il lui a dû des résultats de la plus sérieuse importance scientifique.

Sans tenir compte des conceptions, nécessairement fausses, que la croyance à la préexistence des germes avait engendrées pour rendre compte de la formation des monstres, sans rappeler certaines hypothèses, non moins vagues et probablement erronées, de Wolf et de Meckel lui-même (influence de la fécondation), on sait que les modifications tératologiques de l'organisme ont été généralement attribuées à des causes multiples et très-diverses. Geoffroy Saint-Hilaire accorda un moment une influence extrême à des violences exercées sur la mère. Depuis longtemps et de nos jours on

fait jouer aux causes pathologiques un rôle considérable et varié. On leur attribue, en particulier, le pouvoir de faire disparaître en totalité ou en partie des organes déjà formés et d'amener la soudure d'organes normalement séparés. Dans les deux cas, on admet que des organes, d'abord régulièrement constitués, peuvent devenir monstrueux. Il est peu de tératologistes qui n'aient pas invoqué l'arrêt de développement, compris d'ailleurs de diverses manières; plusieurs ont accepté la division spontanée des organes pour expliquer, par exemple, l'existence de deux cœurs distincts. Enfin, dans les cas de monstruosités multiples sur le même individu, on a admis à peu près toujours l'action simultanée ou successive de plusieurs de ces causes, sans s'inquiéter des rapports qui pouvaient les unir. Seul, croyons-nous, Geoffroy Saint-Hilaire pensa un moment avoir trouvé ce qu'il appelait *l'ordonnée et l'unique cause de la monstruosité* dans des adhérences que les organes en voie de formation auraient contractées avec les enveloppes de l'embryon. Mais M. Dareste a montré que les brides résultant de ces adhérences n'existent guère que dans les cas de célosomie et d'exencéphalie; et qu'elles sont elles-mêmes le produit d'un phénomène secondaire.

On voit combien étaient confuses les idées régnant dans la science sur les causes de la monstruosité. Il ne pouvait guère en être autrement tant que l'on n'avait que des raisons théoriques pour se rendre compte des phénomènes tératogéniques. Or M. Dareste substitue à ce chaos d'hypothèses gratuites ou erronées des notions aussi simples que précises.

» Et d'abord il écarte d'une manière absolue la doctrine qui cherche dans des phénomènes pathologiques le point de départ des faits tératologiques. Il a observé maintes fois les maladies de l'embryon et en particulier l'hydropisie, à laquelle on a attribué un rôle considérable dans la production des monstruosités. Or il a toujours vu cette affection déterminer la désorganisation et la mort, lorsqu'elle atteint un certain degré. « Les désordres qu'elle produit, ajoute-t-il, ne peuvent jamais se réparer. » Elle-même n'est d'ailleurs qu'un phénomène secondaire, comme nous le verrons plus loin.

Pour M. Dareste, « le fait fondamental, *dominateur*, si l'on peut parler ainsi, de la tératogénie, c'est que les événements tératogéniques sont toujours la conséquence d'une modification de l'évolution embryonnaire ». En s'exprimant ainsi, l'auteur parle en disciple de Wolf, de Meckel, des deux Geoffroy Saint-Hilaire. Mais ses maîtres n'invoquaient à l'appui de leurs idées que des inductions reposant sur l'étude de monstres tout faits. M. Dareste, au contraire, appuyé sur l'expérience et l'observation directe

de monstres en voie de formation, a donné à cette doctrine générale une base positive et vraiment scientifique.

« Deux procédés généraux, ajoute M. Dareste, interviennent en tératogénie : l'arrêt de développement, fait initial de la monstruosité simple; l'union des parties similaires, fait initial de la monstruosité double. Ces deux procédés, essentiellement différents dans leur nature, sont d'ailleurs fréquemment associés. L'arrêt de développement détermine parfois l'union des parties similaires dans les monstres simples. L'union des parties similaires, qui produit la monstruosité double, est elle-même le point de départ de nombreux arrêts de développement frappant les diverses parties des organismes conjugués. »

Nous voyons reparaître ici deux expressions souvent employées par les prédécesseurs de M. Dareste, celles d'*arrêt de développement* et d'*union des parties similaires;* mais elles ont, sous la plume de notre auteur, un sens précis qui leur avait manqué jusqu'ici.

Plusieurs tératologistes, et surtout Isidore Geoffroy, avaient bien reconnu que la déformation monstrueuse des organes doit être reportée à la période franchement embryonnaire du développement; mais aucun ne pouvait soupçonner qu'il faille la faire remonter au delà de l'époque où les organes sont déjà constitués et possèdent leurs éléments histologiques propres. Or, des recherches de M. Dareste il résulte que, pour pouvoir exercer leur action, les causes tératogéniques doivent nécessairement agir sur l'embryon à l'époque où il n'est encore composé que d'éléments organiques homogènes. « Les organes définitifs des êtres monstrueux apparaissent ainsi d'emblée, avec leurs caractères tératologiques, dans les blastèmes préalablement modifiés. »

Nous croyons inutile de faire ressortir toute l'importance de cette détermination de l'époque et du mode de constitution des monstruosités. Disons d'ailleurs que ces opinions de l'auteur sont pleinement justifiées par ses observations.

Tous les cas de monstruosité proprement dite présentent les faits généraux, on pourrait dire obéissent aux lois que nous venons d'indiquer. Il en est de même pour un grand nombre de simples anomalies ou hémitéries. Toutefois les hétérotaxies ne sauraient jusqu'ici se rattacher à un fait d'arrêt de développement. Ce groupe constituerait donc une exception unique, si l'on considérait l'inversion des viscères comme une véritable monstruosité. Mais on sait qu'Isidore Geoffroy en a fait, avec raison, un embranchement à part. M. Dareste, confirmant un soupçon formulé par

Baër, a d'ailleurs trouvé dans la sortie à gauche de l'anse cardiaque primitive le point de départ de cette singulière anomalie.

Nous venons d'indiquer les résultats généraux les plus essentiels, exposés par M. Dareste dans les trois premiers chapitres de la première partie de son livre. Nous nous bornerons à mentionner deux autres chapitres relatifs à l'existence des *types tératologiques* et à la *classification*. Quelque intéressants qu'ils puissent être au point de vue théorique et dogmatique, ils ne sauraient nous arrêter. Nous ne voulons donner ici qu'une idée des faits découverts par l'auteur, car c'est à eux que le livre doit sa plus sérieuse valeur.

La deuxième partie est essentiellement consacrée à l'exposé de ces faits. Elle renferme pour ainsi dire les pièces justificatives de la première.

Le premier chapitre est consacré à faire connaître, avec quelques détails, la première phase de la formation du cœur, méconnue jusqu'aux recherches de M. Dareste. En effet, depuis Harvey, on a toujours cru que le cœur était simple dès sa première apparition. M. Serres seul, interprétant une planche de Pander dans le sens de ses théories, avait admis la dualité primitive de cet organe. Mais pas un embryogéniste n'avait partagé une opinion que le texte de Pander, bien d'accord avec le dessin, contredisait formellement. Encore en 1860, M. Panum, décrivant avec détails l'existence de deux cœurs chez des embryons monstrueux de poulets, ne pensait pas à mettre en doute l'unité primitive de l'organe. Il admettait qu'après s'être constitué sous sa forme normale simple le cœur s'était divisé sous l'influence des causes tératologiques. C'est en réalité le contraire qui se passe.

En effet, le 8 octobre 1866, M. Dareste adressait à l'Académie une Note qui a paru dans les *Comptes rendus*, et dans laquelle il faisait connaître toute une phase de l'évolution de l'aire vasculaire et du cœur, qui avait échappé à ses devanciers. La première avait toujours été décrite comme étant circulaire dès son origine. Or M. Dareste a montré que la portion antérieure de cette aire, celle qui est située au-dessous de la tête de l'embryon, ne se développe qu'après les régions postérieure et moyenne. A un certain moment, vers la trentième à trente-sixième heure de l'incubation, l'aire vasculaire est terminée en avant par une ligne droite, et la portion manquant pour compléter le cercle est égale à peu près au quart de ce cercle supposé complet (1). A ce moment le développement de l'aire est très-actif aux extré-

(1) M. Dareste fait remarquer que quelques-unes des figures publiées par divers auteurs représentent cet état de l'aire vasculaire, et se trouvent ainsi en contradiction avec les textes.

mités de cette ligne, et cette activité va en diminuant progressivement de ces extrémités jusqu'au milieu de la troncature. Il résulte de là que l'aire se complète par la formation de deux lames antérieures et latérales, dont les bords internes sont d'abord presque en ligne droite, puis plus ou moins onduleux. Ces bords se rapprochent à la manière des deux branches d'un compas, en laissant entre eux un angle qui diminue progressivement, jusqu'au moment où ils se joignent, se soudent et complètent le cercle décrit par les auteurs.

Or c'est sur le bord de ces lames, à leur partie postérieure et tout près du sommet de l'angle qu'apparaissent les deux cœurs primitifs. Le cœur définitif, celui qu'avaient décrit tous les embryogénistes, résulte de leur réunion en un seul organe. Il ne saurait exister de doute sur la réalité de cet ensemble de faits, M. Dareste ayant tout récemment encore montré à diverses personnes les deux cœurs battant isolément. L'indépendance des deux organes est d'ailleurs attestée par la différence de fréquence des contractions, différence qui peut aller du simple au double.

La découverte faite par M. Dareste fut d'abord niée par les très-rares observateurs qui prêtèrent quelque attention à sa Note. Mais, l'année dernière, trois savants allemands ont publié des faits analogues observés chez le lapin, ou retrouvés chez le poulet. Aucun d'eux ne cite M. Dareste. La priorité de notre compatriote n'en est pas moins incontestable. Ainsi l'origine double du cœur est aujourd'hui démontrée chez les mammifères et les oiseaux. On la retrouvera sans doute chez les reptiles et les poissons.

Quel que soit l'intérêt qui s'attache à ces faits d'embryogénie normale, on pourrait reprocher à l'auteur de leur avoir consacré un chapitre entier, s'ils n'avaient un rapport direct avec le sujet du livre. Mais on comprend que, la dualité originelle du cœur une fois reconnue, les observations des cœurs doubles, soit chez les embryons monstrueux de M. Panum, soit chez des oiseaux adultes de Plantade, de Meckel, soit chez le monstre humain de Collomb, n'ont plus rien de mystérieux. La persistance de l'état primitif, c'est-à-dire un arrêt d'évolution, rend facilement compte de ces faits jusqu'ici inexplicables.

Mais il est évident que cette persistance tient à ce que les deux lames latérales, complémentaires de l'aire vasculaire, ne se sont pas développées assez pour que leurs bords, en se rapprochant, missent les deux cœurs primitifs en contact. L'arrêt de développement de ces lames a donc produit l'arrêt d'évolution du cœur.

Les conséquences qu'entraîne le développement incomplet ou trop re-

tardé des lames latérales sont parfois bien autrement sérieuses. Dès le début de ses recherches, M. Dareste rencontrait de temps à autre des embryons dont la tête, presque toujours plus ou moins monstrueuse, faisait hernie dans la région abdominale et dont le cœur, tantôt simple, tantôt double, était placé sur le cou ou même sur le dos à la manière d'une hotte. Il y avait là un type tératologique entièrement nouveau, que notre auteur désigna sous le nom d'*omphalocéphalie*. Longtemps il désespéra de découvrir le mécanisme de transpositions aussi étranges. Il a reconnu depuis, et il montre fort bien qu'elles sont la conséquence extrême de l'arrêt de développement des lames antéro-latérales.

En effet, pendant que cet arrêt se produit, la tête continue à se développer. Elle s'engage parfois dans l'angle formé par le bord des lames et s'incurve en dessous. Les lames tantôt restent séparées, et alors les deux cœurs primitifs sont plus ou moins isolés ; tantôt finissent par se rejoindre au-dessus de la tête, et dans ce cas le cœur unique se constitue. La tête elle-même, de plus en plus refoulée, est obligée de se creuser une sorte de logement dans la portion du blastoderme qui revêt le vitellus. Son évolution se trouve habituellement entravée, et elle peut présenter presque tous les degrés de monstruosité par arrêt de développement, en particulier la cyclopie.

Or, dans une section spéciale de son Chapitre IV, M. Dareste a très-nettement démontré que la cyclopie résulte d'un arrêt de développement de la vésicule cérébrale antérieure, arrêt qui permet le rapprochement initial et la fusion des deux fossettes oculaires primitives. Cette atrophie s'explique aisément, chez le monstre omphalocéphale, par la compression qu'éprouve habituellement cette partie saillante de la tête, quand celle-ci s'enfonce au-dessous des lames latérales et du cœur.

Mais la fusion des éléments des deux yeux, normalement distincts, a pour premier résultat l'arrêt de formation du blastème qui les sépare dans l'état normal, et qui devait donner naissance à l'os intermaxillaire et à certains os du nez. De là résulte, même dans ces premiers âges embryonnaires, la forme extraordinaire de la bouche, qui devient triangulaire de quadrilatère qu'elle aurait été.

Enfin l'absence des parties centrales de la face et la soudure des deux yeux en un seul ont pour effet de retenir en haut et en arrière l'appareil olfactif. Celui-ci se montre d'abord sous la forme de deux fossettes placées sur la cellule cérébrale, au-dessus, ou mieux en arrière des premiers rudiments des globes oculaires. Habituellement ces fossettes descendent, et les

fosses nasales se caractérisent entre les deux yeux, à mesure que la cellule cérébrale elle-même se développe. Arrêtées par l'obstacle qui s'est interposé et soudées dès leur origine, elles restent à l'état rudimentaire, ou bien donnent naissance à ces singulières trompes qui caractérisent la plupart des genres appartenant à la famille des cyclocéphaliens d'Isidore Geoffroy.

Ainsi, dans les cas semblables à celui dont nous venons de faire l'analyse abrégée, M. Dareste nous montre une série de sept termes, représentés par autant de monstruosités reliées entre elles par des relations de cause à effet, aboutissant à la constitution d'un type tératologique des plus étranges, et dont le point de départ premier est un simple retard dans le développement d'une portion de l'aire vasculaire ([1]). Certes, avant les recherches dont nous tâchons de donner une idée, aucun tératologiste n'aurait eu la pensée qu'une légère anomalie des annexes de l'embryon pût avoir, pour l'embryon lui-même, des conséquences aussi graves.

Dans l'exemple précédent, la monstruosité la plus éloignée est le résultat d'actions qui atteignent successivement les divers organes. C'est pour ainsi dire de contre-coups en contre-coups que les intermaxillaires, certains

---

([1]) On peut présenter l'ensemble de ces faits sous forme de tableau, de la manière suivante :

Arrêt de développement des lames antéro-latérales de l'aire vasculaire.

- Dualité du cœur.
- Incurvation et hernie ombilicale de la tête.
  - Arrêt de développement de la région moyenne de la cellule cérébrale antérieure.
    - Fusion des deux fossettes oculaires primitives.
      - Disparition de l'intermaxillaire et de certains os nasaux.
      - Déplacement en haut, arrêt de développement ou déformation de l'organe olfactif.
  - Situation dorsale du cœur.

os nasaux, la partie supérieure de l'appareil objectif finissent par être atteints. Mais il est des annexes de l'embryon dont l'arrêt de développement a une influence immédiate et non moins remarquable. Tel est surtout l'amnios.

On sait que cette poche se constitue par quatre replis du feuillet séreux qui marchent à la rencontre les uns des autres et se soudent au-dessus de l'embryon. Chacun d'eux peut être isolément plus ou moins retardé ou arrêté dans son développement. Il en est de même de l'amnios lui-même, après qu'il est entièrement fermé. Or ces divers arrêts ne peuvent se produire sans que la membrane ne comprime plus ou moins les parties sous-jacentes. Là, nous dit M. Dareste, est la cause immédiate première de la très-grande majorité des monstruosités simples. Quand le capuchon céphalique pèse sur l'extrémité antérieure de l'embryon, le crâne, la face et les divers organes qui s'y rattachent sont plus ou moins atteints dans les blastèmes qui les précèdent et les préparent. On voit alors se produire l'anencéphalie, où le crâne largement ouvert ne renferme qu'une poche membraneuse remplie de sérosité; la pseudencéphalie, où le cerveau est remplacé par une sorte de tissu érectile; l'exencéphalie, où la masse cérébrale, plus ou moins complète, s'est développée en dehors de la cavité crânienne; la cyclopie, avec tous les désordres qui l'accompagnent; .... Si c'est le capuchon caudal qui est frappé d'arrêt de développement, les anomalies se montrent à la région postérieure; les membres manquent en tout ou en partie, comme chez les monstres ectroméliens; ou bien se soudent en subissant un mouvement de rotation qui les fait s'unir par leur face externe, tandis que les talons sont portés en avant et les orteils en arrière, comme chez les syméliens; .... etc. Les capuchons latéraux en s'arrêtant dans leur évolution, produisent les divers degrés de célosomie ou éventration; ... etc.

Si l'amnios, une fois constitué à l'état de poche fermée, est arrêté dans son développement et reste appliqué sur l'embryon dont il devrait au contraire s'écarter, on comprend qu'il pourra comprimer et par conséquent déformer les organes les plus divers et les plus éloignés. Cette simple remarque faite par M. Dareste résout, comme il le dit fort bien, une des principales difficultés de la tératologie générale. En constatant très-souvent sur le même individu des anomalies, des monstruosités parfois nombreuses et d'ordre différent, on se demandait comment l'organisme pouvait être ainsi atteint presque en entier. On avait invoqué le principe de corrélation des organes que Darwin a emprunté à Cuvier sous un nom un peu différent (corrélation de croissance); mais les monstruosités sont tantôt groupées,

tantôt isolées. Le principe était donc en défaut. Au contraire, le rôle que M. Dareste attribue à l'amnios et aux replis qui le forment, en se fondant sur des observations directes, rend compte de tous les faits de la manière la plus simple et la plus satisfaisante.

Nous ne pouvons que mentionner ici les sections du livre consacrées aux anomalies du blastoderme, aux blastodermes sans embryon, aux déformations du blastoderme, au défaut de différenciation du feuillet vasculaire et de l'embryon, aux anomalies dans la disposition des vaisseaux de l'aire vasculaire, aux anomalies de l'allantoïde. Mais nous ne saurions passer entièrement sous silence ce que l'auteur nous apprend au sujet de l'arrêt de développement des îles du sang et de ses conséquences.

On sait que les vaisseaux de l'aire vasculaire sont précédés par l'apparition de petites taches rouges, qui, examinées au microscope, apparaissent comme autant d'amas de globules sanguins parfaitement isolés. Ces amas sont, pour certains micrographes, contenus dans de simples lacunes; pour d'autres, dans de véritables cellules. Tous s'accordent pour reconnaître que le réseau capillaire résulte de la mise en communication de ces cavités, lacunes ou cellules, qui forment ainsi des canalicules bientôt régularisés.

Quelle que soit la nature de ces îles du sang, elles peuvent persister dans leur premier état ou ne former que des réseaux partiels sans qu'il s'établisse de réseau général. Elles n'en continuent pas moins à grandir; et, les globules sanguins s'accumulant dans leur intérieur, elles font à la face inférieure du feuillet vasculaire une saillie relativement considérable. Les globules ainsi emprisonnés n'arrivent pas au cœur, ou n'y arrivent qu'en quantité très-faible. La partie liquide du sang, le plasma, ne s'en forme pas moins, mais il reste incolore. Il suffit, il est vrai, pendant quelque temps à la nutrition et au développement de l'embryon; mais, dépourvu de son élément stimulant, ce sang amène l'apparition d'une véritable hydropisie. La sérosité s'accumule d'abord dans les vésicules closes de la tête et dans le tube de la moelle épinière; puis elle infiltre tous les tissus et rend les embryons tellement transparents que, pour les distinguer, il faut les colorer par la teinture d'iode. En même temps, elle dilate tous les organes et ceux-ci vont se presser contre l'amnios; de là résultent des monstruosités fréquentes, dont la cause immédiate est, comme on voit, la compression et nullement l'hydropisie, comme on l'avait cru. Celle-ci n'est qu'un des termes de la série de phénomènes qui commencent à l'arrêt des îles du sang et aboutit à l'omphalocéphalie, à la symélie, etc.

Le Chapitre consacré à la production des hémitéries est fort court. L'auteur rappelle que l'arrêt de développement est souvent évident dans un grand nombre d'entre elles et que la plupart de ses devanciers ont invoqué cette explication, qu'il n'aurait qu'à confirmer. Toutefois, dans ce groupe même des anomalies légères, M. Dareste a rencontré des faits nouveaux et inattendus. C'est ainsi qu'il a vu la pression exercée par l'amnios produire des incurvations plus ou moins accusées de la colonne vertébrale, des déviations dans les membres, etc. Toutes ces modifications du type normal, quelque légères qu'elles soient, remontent d'ailleurs à la première période embryonnaire, à celle où l'organisme est encore à l'état de blastème. Cela même permet de comprendre, bien mieux qu'en invoquant des causes pathologiques agissant sur des organes déjà constitués, comment les surfaces articulaires peuvent être modifiées dans les membres ou portions de membres déviés, comme dans les diverses sortes de pied-bot.

Il est toutefois un groupe entier d'hémitéries, peu nombreuses d'ailleurs, dont l'arrêt de développement ne saurait rendre compte : c'est celui qui comprend les anomalies par multiplication de parties. On a tenté d'expliquer cette espèce de déviation en considérant les parties surajoutées, les doigts, par exemple, dans la polydactylie, comme des *témoins* attestant l'existence primitive de deux individus. M. Dareste oppose à cette explication la multiplication des doigts et même des membres, obtenue parfois chez les batraciens à la suite de mutilations répétées. Il déclare n'avoir encore rencontré aucun fait qui puisse fournir des données sur l'apparition des cas de ce genre.

Les deux Chapitres consacrés à l'étude des monstres simples autosites, c'est-à-dire pouvant se suffire à eux-mêmes, au moins pendant la vie embryonnaire, présentent une histoire remarquablement complète de ce genre de monstruosités. Le Chapitre V est relatif à leur mode de formation. Nous croyons avoir suffisamment insisté sur ce sujet. Nous nous bornerons donc à ajouter que M. Dareste a retrouvé dans ses couvées à peu près tous les types connus avant lui et qu'il en ajoute de nouveaux, comme nous l'avons vu en parlant de l'omphalocéphalie.

C'est là un fait curieux et que ne permettait guère de prévoir l'ensemble des observations recueillies jusqu'à ce jour. Les cas de monstruosité semblaient être bien plus rares chez les oiseaux que chez les mammifères. La disproportion est énorme dans l'ouvrage d'Isidore Geoffroy, qui a pourtant enregistré avec un soin que chacun connaît tous les faits recueillis jusqu'à lui. En prouvant que les mêmes altérations tératologiques existent chez

les oiseaux et les mammifères, M. Dareste fait disparaître une erreur qui semblait basée sur l'observation. Il efface une distinction admise à tort entre les deux classes, et les ramène aux mêmes lois générales à un point de vue important. Il montre en même temps la cause de l'erreur qu'il combat. Chez les mammifères à placenta, l'embryon monstrueux, greffé sur la mère, peut habituellement arriver vivant jusqu'à l'époque de la naissance. Chez les oiseaux, au contraire, l'embryon monstrueux, qui doit trouver dans l'œuf toutes les conditions nécessaires à son existence, périt presque toujours d'une manière fatale, plus ou moins longtemps avant l'éclosion. Pour retrouver ces types tératologiques, il fallait, comme M. Panum, examiner les œufs clairs qui en contiennent parfois, ou mieux encore, comme M. Dareste, étudier les œufs avant que les embryons monstrueux, même les plus délicats, aient eu le temps de disparaître.

L'anémie et l'asphyxie sont les deux causes principales de la mort des monstres. La première les tue dans les trois ou quatre premiers jours de l'incubation, avant l'établissement de la respiration allantoïdienne. La seconde est causée par l'insuffisance de cette respiration, insuffisance qui résulte de l'arrêt de développement de l'allantoïde. Mais celui-ci tient lui-même à une évolution incomplète de l'amnios dont le pédicule persiste et oppose un obstacle mécanique à l'expansion de l'allantoïde. Ainsi l'arrêt de développement de l'amnios prépare la mort du monstre, en même temps qu'il en détermine la formation.

On voit que M. Dareste a poussé remarquablement loin ses études sur la formation des monstres simples autosites. Sans doute cette histoire a encore ses lacunes; et l'auteur, loin de les dissimuler, en signale que seul, à coup sûr, il pouvait reconnaître. Cette partie de son livre n'en mérite pas moins d'être regardée comme un véritable traité de tératogénie, et ce traité lui appartient en totalité.

Il en est autrement des Chapitres consacrés à l'étude de la gémellité et des monstres doubles. Cette inégalité est facile à comprendre. Quoi que l'on ait dit des résultats atteints par Valentin et par Knoch, on ne peut créer artificiellement des monstres doubles et des jumeaux comme l'on crée des monstres simples. Sur ce point, les expériences si multipliées de notre auteur chez les oiseaux concordent entièrement avec celles que renferme l'excellent mémoire de Lereboullet sur la monstruosité double chez les poissons. Tout semble indiquer que les phénomènes de cette nature tiennent surtout à l'individualité physiologique, sur laquelle l'expérimentation n'a encore aucune prise. Il faut donc s'en remettre au hasard pour recueillir

des faits. Mais, dans les milliers d'œufs examinés par M. Dareste, il s'en est trouvé un nombre assez grand, présentant soit des monstres doubles, soit des jumeaux, pour que l'auteur, réunissant ses propres recherches à celles de ses devanciers, ait pu écrire quatre Chapitres du plus sérieux intérêt.

Et d'abord on sait que les théories relatives à la formation des monstres doubles se réduisent en somme à deux, l'une qui admet la dualité primitive des germes, l'autre qui explique, par la division d'un germe primitivement unique, l'existence des deux individus plus ou moins complets et plus ou moins intimement unis. M. Dareste se prononce nettement pour la première, en se fondant sur des observations directes. Il confirme ce que plusieurs observateurs, entre autres Valenciennes, Panum, M. Broca, avaient dit de l'impossibilité d'obtenir des monstres doubles par l'incubation d'œufs à deux jaunes. Mais il rappelle les faits déjà signalés par Wolff et retrouvés par Flourens, Allen Thomson, Panum, qui ont observé deux embryons sur un même jaune. Lui-même a constaté une dizaine de fois cette juxtaposition des embryons. Il a, de plus, rencontré pour ainsi dire toutes les variantes possibles de cette gémellité univitelline. La *Pl. XIV* de l'atlas représente deux embryons sur un blastoderme originairement unique, deux embryons sur un blastoderme résultant de la soudure de deux blastodermes originairement séparés, trois embryons sur un seul blastoderme, trois embryons sur deux blastodermes prêts à se fusionner. En outre deux figures montrent, à côté d'un embryon normal, deux embryons dépourvus de cœur et devant par conséquent donner naissance à un monstre omphalosite.

On sait que ce dernier type comprend tous les monstres privés de cœur, depuis les paracéphales, qui possèdent encore une tête rudimentaire, jusqu'aux anides, qui ne sont plus composés que d'une sorte de tissu cellulaire. Quoique appartenant en réalité à la classe des monstres unitaires, les omphalosites se rattachent par leurs conditions d'existence aux questions de gémellité. Ils ne peuvent en effet vivre seuls, et l'on a même été jusqu'à soutenir que leur apparition se liait à l'existence d'un frère jumeau normal. M. Dareste a montré qu'il n'en est rien. L'omphalosite se développe tantôt isolément, tantôt en compagnie. Mais, dans le premier cas, il ne dépasse pas cette première période du développement dans laquelle l'embryon est entièrement homogène, où il n'y a pas encore de cœur, où, par conséquent, il n'existe aucune solidarité entre les divers organes qui se développent indépendamment les uns des autres. Cette période passée, la cir-

culation sanguine est nécessaire non-seulement au développement, mais *même à* l'existence de l'être; et c'est par les communications vasculaires, établies entre lui et son frère jumeau, que l'omphalosite satisfait à cette nécessité. Ces faits avaient été aperçus chez les mammifères avec plus ou moins de netteté; mais, d'une part, on n'avait pas reconnu les rapports nécessaires qui relient l'omphalosite à son frère; et, d'autre part, on n'avait encore signalé rien d'analogue chez les oiseaux.

M. Dareste a retrouvé ce groupe si curieux de monstruosités dans la classe qu'il étudie. Il a rencontré un paracéphale et un acéphale en train de se constituer; il a vu plusieurs fois une tête isolée en voie de développement, alors que les éléments de la future colonne vertébrale n'existaient pas. Il a donc constaté chez les oiseaux l'existence de cette singulière monstruosité signalée chez l'homme par Rudolphi et J. Müller. On voit que les études de M. Dareste sur les omphalosites, bien que très-incomplètes encore, comme il le déclare à diverses reprises, n'en offrent pas moins un intérêt réel.

Les Chapitres consacrés aux monstres doubles ont toutefois une importance bien plus grande. Dans le courant de ses études M. Dareste a obtenu une trentaine de monstres doubles en voie de formation. Il a constaté les débuts des deux sortes de fusion, que l'on pourrait appeler *opposées*, l'une s'opérant par la tête et la région antérieure du corps, l'autre par les pieds et la région postérieure. Il a retrouvé plusieurs des genres établis par Isidore Geoffroy et quelques-uns des plus singuliers. Il a fait connaître, souvent avec détail, leur mode de constitution. Nous ne pouvons le suivre dans l'exposé de tous ces faits, quelque intéressants qu'ils soient. Nous nous bornons à résumer ce qu'il nous apprend au sujet de la formation des cœurs chez les monstres sycéphaliens et monocéphaliens, dont la tête et le thorax sont plus ou moins fusionnés, tandis que les régions inférieures restent plus ou moins distinctes.

On sait comment Serres et Isidore Geoffroy, guidés par l'observation de monstres entièrement développés, ont expliqué la formation des deux sternums latéraux qui existent chez certains monstres doubles à poitrines fusionnées. Pour eux ces pièces osseuses résultent de la soudure de deux moitiés, dont chacune est fournie par l'un des individus composants. Ici cette interprétation du fait anatomique s'impose pour ainsi dire, car on voit aboutir à chacun des sternums les côtes droites de l'un des individus et les côtes gauches de l'autre. Mais ni Serres ni Geoffroy n'avaient nullement pensé que des phénomènes entièrement semblables pussent s'accom-

plir à l'intérieur du thorax ainsi constitué et que, dans certains cas, les deux cœurs que l'on y trouve d'ordinaire appartinssent également par moitié à chacun des deux individus fusionnés. Leurs observations avaient porté surtout sur des monstres monocéphaliens (sternopages), dont ils ont fort bien connu la structure. Or, chez ceux-ci, chaque individu possède en propre son œsophage et son cœur, qui viennent se placer des deux côtés du plan d'union, comme l'ont dit Serres et Isidore Geoffroy, qui ont conclu des sternopages à tous les autres monstres voisins.

Au contraire, dans les deux familles dont il s'agit, il n'existe qu'un seul œsophage placé au milieu de la cavité thoracique. Les deux cœurs sont situés sur le plan d'union lui-même qui les partage en deux moitiés symétriques. Cette disposition et la distribution des troncs vasculaires étaient inexplicables avec l'ancienne croyance à l'unité primitive du cœur. La découverte de la dualité originelle de cet organe permettait au contraire de se rendre compte très-aisément de cette monstruosité singulière. Toutefois l'observation directe était nécessaire pour justifier une explication qui aurait pu facilement paraître trop hardie. Or M. Dareste a eu la bonne fortune de rencontrer une quinzaine de monstres appartenant aux types dont nous parlons; et, du rapprochement de ses observations portant sur des individus diversement avancés, il a pu conclure, avec certitude, que, chez les sycéphaliens et les monocéphaliens, les deux cœurs se constituent comme les deux sternums, par moitiés appartenant à chacun des individus composants. Quelques-unes des figures de l'atlas nous paraissent confirmer entièrement cette conclusion, qui n'a d'ailleurs plus rien d'étrange. C'est là certainement un des faits de détail les plus intéressants que renferme le livre que nous examinons.

Les lecteurs de M. Dareste auraient probablement compris difficilement à la simple lecture les nombreux résultats nouveaux qu'il fait connaître. Des figures intercalées dans le texte, les unes schématiques, les autres réelles, permettent de suivre l'auteur sans difficulté. Un atlas comprenant 16 planches et 179 figures complète la partie iconographique du travail.

Il est fort difficile de donner une idée bien exacte d'un ouvrage presque entièrement composé de fait, comme celui de M. Dareste. Toutefois nous espérons en avoir fait comprendre la haute valeur. En deux mots on peut dire que l'auteur a résolu, d'une manière à bien peu près complète, le problème général et les problèmes spéciaux de la monstruosité simple; qu'il a jeté un grand jour sur la monstruosité double et l'hémitérie. Il a donc éclairé le champ entier de la tératologie, et cela grâce à la méthode expé-

rimentale employée pour multiplier les éléments de l'observation. Certes M. Dareste n'est pas l'inventeur de cette méthode, mais il l'a, pour ainsi dire, rendue sienne par la persévérance avec laquelle il l'a mise en usage pendant vingt-cinq ans, par l'importance des résultats qu'il en a tirés.

Tels sont les motifs pour lesquels la Commission vous propose de décerner à M. **Dareste** le prix de Physiologie fondé par M. Lacaze.

Ces conclusions sont adoptées.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON. ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Boussingault, Peligot, Dumas rapporteur.)

La Commission des Arts insalubres propose à l'Académie d'accorder un encouragement à M. **Hétet**, professeur de Chimie à Brest, à l'occasion des travaux auxquels il s'est livré, dans l'intérêt de la Marine, pour améliorer la qualité des eaux potables fournies par les condenseurs à surface employés dans la construction des machines à vapeur, et pour éviter leurs effets corrosifs sur le fer des chaudières.

M. Hétet attribue les inconvénients que l'eau distillée recueillie par les condenseurs à surface a offerts dans la pratique à la présence dans ces eaux des acides gras provenant des huiles employées à la lubréfaction des pièces du mécanisme traversées par la vapeur. Il a cherché, en conséquence, à neutraliser ces acides et à les convertir en sels insolubles au moyen de l'eau de chaux ajoutée en quantités réglées et convenables.

Le premier résultat de cette intervention de la chaux a été de fournir une eau distillée qu'une simple filtration peut débarrasser des particules de savon de chaux tenues en suspension, et qui est ainsi rendue potable.

On n'a donc plus besoin de faire fonctionner un appareil distillatoire spécial pour fournir de l'eau aux équipages.

D'un autre côté, la présence des acides gras détermine l'oxydation rapide du fer des chaudières, formant bientôt des dépôts considérables d'oléate de fer. Ceux-ci adhèrent à la surface des chaudières et déterminent la production de coups de feu qui en accélèrent l'usure et qui multiplient les chances d'explosion.

Les acides gras saturés par la chaux, le fer des chaudières n'est plus attaqué. Le dépôt formé par les savons de chaux ne contracte pas d'adhérence avec les parois des chaudières et son évacuation est facile. La surface des chaudières reste libre et les coups de feu sont évités.

Des expériences effectuées sous le contrôle de M. de Fréminville, directeur des constructions maritimes, ont justifié les affirmations de M. Hétet.

Plusieurs navires de l'État, munis des appareils appropriés, ont mis les procédés de M. Hétet en usage et en ont constaté les bons effets sous le double rapport du service des eaux potables et de la préservation des chaudières.

En attendant qu'une expérience plus étendue ait amené l'adoption plus générale des procédés de l'auteur et permis de lui accorder un prix, la Commission des Arts insalubres, voulant témoigner tout l'intérêt que l'Académie porte à des travaux qui ont pour objet d'améliorer l'hygiène des équipages, de prolonger la durée des appareils coûteux destinés à l'alimentation des machines à vapeur et d'éloigner les dangers d'explosion, vous propose d'accorder à M. **Hétet** un encouragement de *deux mille francs*.

Cette conclusion est adoptée par l'Académie.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. le général Morin, Phillips, Bertrand, Rolland, Dumas rapporteur.)

La Commission du prix Trémont vous propose de l'accorder, pour l'année 1877, à M. **Sidot**, préparateur du cours de Chimie au lycée Charlemagne.

M. Sidot, ancien aide du laboratoire de Chimie de l'École Normale, s'est élevé peu à peu, de la modeste position qu'il y occupait à celle d'un véritable savant, exercé par une pratique assidue à la solution des problèmes les plus intéressants.

C'est ainsi qu'il a soumis successivement à l'Académie des recherches concernant la reproduction artificielle de quelques minéraux, la production économique de charbons durs et bons conducteurs de l'électricité, la formation du monosulfure de carbone, et récemment enfin des recherches sur le verre de phosphate de chaux, obtenu dans un état de pureté qui promet d'utiles applications dans les recherches de la Science et dans les travaux de l'industrie.

En décernant le prix Trémont à M. Sidot, l'Académie veut l'encourager à *poursuivre* ses recherches et lui donner une preuve publique de l'intérêt qu'elle porte à son zèle et à sa persévérance.

Ces conclusions sont adoptées.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, Chasles, Chevreul, Berthelot, Bertrand rapporteur.)

La Commission du prix Gegner propose, à l'unanimité, de le maintenir pour l'année 1877 à M. **Gaugain**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Dougados** (François-Jules-Camille), né à Carcassonne (Aude), le 6 octobre 1855, sorti le premier, en 1877, de l'École Polytechnique, et entré, comme élève Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1878, 1879, 1880 ET 1883.

PRIX EXTRAORDINAIRES.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Question proposée pour l'année 1877 et prorogée à 1878.

La question proposée pour l'année 1877 était l'*Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à l'étude des courbes algébriques.*

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé au Secrétariat, l'Académie maintient la même question au Concours pour l'année 1878.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Question proposée pour l'année 1878.

On sait que le grand axe de l'orbite qu'une planète décrit autour du Soleil n'est affecté d'aucune inégalité séculaire de l'ordre des deux premières puissances des masses perturbatrices. Examiner s'il existe dans la valeur de ce grand axe des inégalités séculaires de l'ordre du cube des masses et, dans le cas où ces inégalités ne se détruiraient pas rigoureusement, donner le moyen d'en calculer la somme, au moins approximativement.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Concours prorogé de 1872 à 1875, puis à 1878.

« *Étude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expéri-*
» *mental et théorique.* »

La Commission chargée de l'examen de ce Concours ayant déclaré qu'il n'y avait pas lieu de décerner de prix, l'Académie a décidé, sur sa proposition, qu'elle en prorogerait le terme à l'année 1878.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Concours prorogé de 1876 à 1878.

La question proposée est la suivante :

« *Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la*
» *France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1878.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES

Question proposée pour l'année 1877, prorogée à 1879.

« *Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés*
» *édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.* »

L'anatomie des Crustacés podophthalmaires a été l'objet de recherches nombreuses; mais on ne connaît que très-incomplétement la structure intérieure des Édriophthalmes. L'Académie demande une étude approfondie des principaux appareils physiologiques dans les divers genres d'Amphipodes, de Lamodipodes et d'Isopodes qui habitent les mers d'Europe. Les concurrents devront porter principalement leur attention sur le système nerveux, le système circulatoire, l'appareil digestif et les organes de la génération. Les descriptions devront être accompagnées de figures.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les ouvrages présentés au Concours pourront être manuscrits ou imprimés et devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1879.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

Question proposée pour l'année 1879.

« *Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés*
» *en France.* »

Les concurrents pourront limiter leurs recherches aux mammifères, mais ils devront examiner attentivement la valeur zoologique des caractères sur lesquels reposent, soient les distinctions spécifiques, soient les rapprochements qu'ils admettront, et les descriptions devront être accompagnées de figures dessinées avec soin.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Ouvrages, imprimés ou manuscrits, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1879.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix dans sa séance publique de l'année 1878.

Les Mémoires, plans et devis devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1878.

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs.*

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instru-

ments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *quatre cent vingt-sept francs.*

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année*, s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*, dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1879.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de Mécanique appliquée* à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en régler le programme.

La Commission du prix de 1877 n'ayant pas cru pouvoir, conformément au Programme proposé, le décerner à l'auteur d'une machine motrice pour tramway, l'a accordé à une machine motrice s'en rapprochant.

En conséquence, sur sa proposition, l'Académie maintient la question au Concours et propose de décerner le prix Fourneyron de l'année 1879 au meilleur Mémoire ayant pour objet la *construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways*.

Les pièces du Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX BORDIN.

Concours prorogé de 1876 à 1878.

Le prix n'ayant pas été décerné pour l'année 1876, l'Académie propose de nouveau la question suivante pour 1878 :

« *Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement*
» *la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des*
» *cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les*
» *villes à proximité des usines à feu.* »

L'importance de la solution plus ou moins complète du problème ainsi posé n'a pas besoin d'être longuement démontrée. Aujourd'hui que le transport des voyageurs ou des marchandises, tant sur terre que sur mer, se fait presque exclusivement par des machines à feu, et que le nombre des hommes et des choses qui se déplacent est déjà si considérable, on doit reconnaître que la plus grande rapidité des voyages et l'abaissement du prix ont déjà fait beaucoup pour produire cet immense résultat; mais on ne saurait méconnaître, d'autre part, que le confortable et la sécurité des voyageurs laissent encore beaucoup à désirer. Voulant appeler principalement

l'attention sur un des progrès importants qui restent encore à faire dans les moyens de transport, nous dirons qu'il n'est pas un voyageur descendant d'un paquebot ou d'un wagon de chemin de fer, après un voyage de quelque durée, qui n'ait gémi d'avoir eu à vivre, pendant de longues journées, au milieu d'une atmosphère de fumée, de cendres ou de flammèches brûlantes. La santé des personnes faibles a eu souvent lieu de s'en ressentir; enfin le danger que présentent les flammèches sortant des chaudières, au point de vue de l'incendie des trains ou des navires, ne saurait malheureusement être contesté.

Ce sont, sans contredit, les flammèches de la locomotive qui, pendant la dernière guerre, ont fait sauter sur le chemin de fer de la Méditerranée, près de Saint-Nazaire, entre Marseille et Toulon, tout un train de voyageurs auquel on avait adjoint un wagon portant des barils de poudre de guerre; souvent le feu s'est déclaré dans des wagons portant des matières combustibles, sans qu'elles fussent explosibles, et plus d'un paquebot à vapeur a eu le feu dans ses cales ou dans ses cabines, sans qu'on ait pu en trouver d'autre cause que des flammèches tombées des cheminées. Elles en sortent parfois en telle abondance qu'on peut dire que le navire voyage sous une pluie de feu.

Jusqu'à ce jour, il semble qu'on ait considéré comme un mal inévitable ces inconvénients, si graves, des moteurs à feu, ou qu'on s'y soit résigné, comme il le faut bien faire devant ce qu'on ne peut empêcher.

Il a paru qu'il appartenait à l'Académie des Sciences de ne pas reconnaître comme irrémédiables les inconvénients que présentent aujourd'hui les produits de la combustion des machines à feu.

Déjà, à maintes reprises et dans divers pays, la question de la combustion de la fumée a été posée pour les usines à feu situées près des villes; des solutions ont été proposées, basées, pour la plupart, sur l'emploi de systèmes de grilles plus ou moins fumivores; mais malheureusement leurs applications restreintes, et les règlements de police qui ont voulu les imposer, tombés pour la plupart en désuétude, prouvent, ou que l'efficacité de ces procédés est contestable ou qu'ils présentent des objections sérieuses au point de vue économique.

L'Académie a donc cru devoir laisser toute sa généralité à la question posée, qui a pour but la recherche des moyens de faire disparaître ou du moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées des machines à feu :

1° Sur les chemins de fer;

2° Sur les bâtiments à vapeur;
3° Dans les villes.

L'Académie prévoit que les moyens proposés à cet effet pourront différer pour l'une ou l'autre des trois grandes divisions précitées; mais une solution satisfaisante, même applicable à un seul de ces trois cas, donnerait, s'il y a lieu, des titres à l'obtention du prix, qui consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1878.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire où le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante-deux francs*.

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, puis enfin à 1879.

Un Décret a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*.

Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie avait indiqué pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1877 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*

» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit* » *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des* » *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle proroge le Concours à l'année 1879, et invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix de M. le Baron de Damoiseau, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix est une médaille de la valeur de *cinq mille francs*.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique, en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans*, à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle propose de décerner le prix Valz de l'année 1878 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1878.

Diverses formules ont été proposées pour remplacer la loi d'Ampère sur l'action de deux éléments de courants; discuter ces diverses formules et les raisons qu'on peut alléguer pour accorder la préférence à l'une d'elles.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1878; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom de l'auteur.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois sommes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans,* à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie.* Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique,* l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie.* Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie,* distribués *tous les deux ans,* à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 septembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance pu-

blique de l'année 1879, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*.

PRIX VAILLANT.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les » fonds mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle propose, pour sujet du prix qu'elle décernera en 1879, la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON, STATISTIQUE.

Parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. On considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie.

Le Prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent cinquante-trois francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique.*

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique.*

PRIX L. LACAZE.

Voir page 239.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

PRIX ALHUMBERT.

MODE DE NUTRITION DES CHAMPIGNONS.

Question proposée pour 1876 et remise au concours pour 1878.

La grande classe des Champignons se distingue de tous les autres groupes du règne végétal par l'absence constante dans tous ses tissus de la matière

verte des feuilles ou chlorophylle. Cette absence de la chlorophylle indique des relations très-différentes entre ces plantes et l'atmosphère ambiante, et, par suite, un mode de nutrition aussi très-différent de celui des autres végétaux.

Quelles sont les sources où les Champignons puisent le carbone et l'azote qui entrent dans leur constitution? quels sont les autres éléments qui, joints à l'oxygène et à l'hydrogène, sont nécessaires à leur développement?

Les expériences faites sur quelques Mucédinées peuvent déjà répandre un certain jour sur ce sujet, mais ne suffisent pas pour expliquer le mode de nutrition et d'accroissement des grands Champignons qui prennent naissance dans le sol ou sur le tronc des arbres, dans des conditions très-différentes des moisissures, et dont la masse des tissus s'accroît souvent avec une grande rapidité.

Des Champignons déjà soumis à la culture, l'Agaric de couches (*Agaricus campestris*, L.), le Polypore de la pierre à Champignon, ou *Pietra fongaia* des Italiens (*Polyporus tuberaster*, Fries), et quelques autres qui se prêteraient peut-être à une culture expérimentale, conduiraient sans doute à des résultats intéressants.

En proposant pour sujet de prix *l'étude du mode de nutrition des Champignons*, l'Académie demande que, par des expériences précises, on détermine les relations du mycélium des Champignons avec le milieu dans lequel il se développe, ainsi que les rapports de ce mycélium et du Champignon complétement développé avec l'air ambiant, et qu'on constate ainsi l'origine des divers éléments qui entrent dans la composition des Champignons soumis à ces expériences.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

Les Ouvrages et Mémoires, manuscrits ou imprimés, en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1878.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur

» ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur
» tout ou partie de la Cryptogamie. »

Conformément aux stipulations ci-dessus, un prix de *seize cents francs* sera décerné, dans la prochaine séance publique, à l'Ouvrage ou au Mémoire jugé le meilleur, parmi ceux publiés dans l'intervalle de temps écoulé depuis le précédent Concours.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1880, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 245.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879.

L'Académie propose, pour le sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1879, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence*

» *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,
» feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans
» l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.
» Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces
» de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité; mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés *franco de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er juin 1879, terme de rigueur.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs*.

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

L'Académie décernera ce prix, en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR M[lle] LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par M[lle] Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo- » gie, *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi- » gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 243.)

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1) ».

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense* » *majorité des cas;* »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de façon* » *qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exem-* » *ple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère

---

» actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le D[r] Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté » au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs, trois pour cent,* pour l'institution d'un *prix triennal « sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.*

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1878, au meilleur ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1[er] juin 1878.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru

pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1879, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1879.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix quinquennal* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence elle décernera le prix Dusgate, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1880.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1880.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au Programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie propose, en conséquence, pour sujet du prix Gay, qu'elle

décernera pour la première fois dans sa séance publique de l'année 1880, la question suivante :

« *Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont pro-*
» *duits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa,*
» *depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours ;*

» *Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être con-*
» *statés dans l'intérieur des terres ;*

» *Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une*
» *étude faite sur les lieux ;*

» *Rechercher entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être*
» *placés à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et*
» *servir à déterminer les mouvements de l'avenir.* »

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1880.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner *chaque année*, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille de la valeur de *sept cent soixante-quatre francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 239.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera

décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné *tous les trois ans* à l'ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1879, le prix Cuvier à l'ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1876 jusqu'au 31 décembre 1878, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Ce prix consistera en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien,

auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1878, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans « au voyageur » français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à » la France ou à la Science »*.

Un décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1878.

Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES AUX CONCOURS.

Les Concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer à MM. les Concurrents, pour les prix relatifs à la Médecine et aux Arts insalubres :

1° Qu'ils ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou à rendre un art moins insalubre;

2° Que les pièces adressées pour le Concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée* et une application bien constatée;

3° Que l'auteur doit indiquer, par une analyse succincte, la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée, et que, faute de cette indication, sa pièce ne sera point admise. Cette analyse doit être en double copie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURE.

M. **BERTRAND** lit l'Éloge historique de M. GABRIEL LAMÉ, Membre de l'Académie.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1878.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1877.

TABLEAU DES PRIX PROPOSÉS

pour les années 1878, 1879, 1880 *et* 1883.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

AGRICULTURE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PHYSIOLOGIE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1878, 1879, 1880 ET 1883.

1878

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à l'étude des courbes algébriques.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Examiner s'il existe, dans la valeur du grand axe de l'orbite qu'une planète décrit autour du Soleil, des inégalités séculaires de l'ordre du cube des masses et, dans le cas où ces inégalités ne se détruiraient pas rigoureusement, donner le moyen d'en calculer la somme, au moins approximativement.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Etude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement le plus important, relatif à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres.

PRIX BORDIN. — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes, à proximité des usines à feu.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX BORDIN. — Diverses formules ont été proposées pour remplacer la loi d'Ampère sur l'action de deux éléments de courants; discuter ces diverses formules et les raisons qu'on peut alléguer pour accorder la préférence à l'une d'elles.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX ALHUMBERT. — Étude du mode de nutrition des Champignons.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'Anatomie, la Physiologie et la Pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Sur l'Embryogénie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1879

Grand prix des Sciences physiques. — Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés en France.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Fourneyron. — Décerné au meilleur Mémoire ayant pour objet la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.

Prix Damoiseau. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des Tables particulières pour chaque satellite.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie.

Prix L. Lacaze. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physiologie.

Prix Vaillant. — Perfectionner en quelque point la télégraphie phonétique.

Prix Bordin. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

Prix Chaussier. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

Prix Cuvier. — Destiné à l'ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

1880

Prix de La Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Gay. — Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres. Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une étude faite sur les lieux. Rechercher, entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être placés, à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et servir à déterminer les mouvements de l'avenir.

1883

Prix Morogues. — Décerné à l'ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 JANVIER 1878.

Description des machines et procédés, pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXXVIII. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1876, n° 12, 3e Partie, année 1877, nos 2 à 5. Paris, Bouchard-Huzard, 1877; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Direction de l'agriculture. Les irrigations dans le département de Vaucluse. Rapport sur le concours ouvert en 1876 pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation; par J.-A. BARRAL. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Sur les caractères et les affinités des Oliniées; par M. J. DECAISNE. Paris, E. Martinet, 1877; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 7e série, t. IX. Toulouse, impr. Douladoure, 1877; in-8°.

Le botaniste Garidel et son neveu Lieutaud, médecin de Louis XVI; par le Dr F. CHAVERNAC. Marseille, typogr. M. Olive, 1877; br. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1878, 45e année. Bruxelles, F. Hayez, 1877; in-8°.

Mémoire sur la destruction du Phylloxera adressé à MM. les Membres de la Commission; par G. TEYRAS. Autun, impr. Dejussieu, 1877; br. in-18.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-ka-wei (Chine). Bulletin mensuel, publié par le P. MARC DECHEVRENS. Juillet 1877, n° 35. Sans lieu ni date; in-4°.

Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision, depuis les temps anciens jusqu'à la fin du XVIIIe *siècle, suivie d'une Bibliographie simple pour la partie écoulée du siècle actuel; par* J. PLATEAU. Bruxelles, F. Hayez, 1877; in-4°. (Extrait du t. XLII des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.*)

(A suivre.)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* ...... Michel et Médan.
- *Alger* ...... Garault St-Lager. Orlando.
- *Amiens* ..... Hecquet-Decobert.
- *Angoulême* .. Debreuil.
- *Angers* ..... Germain et Grassin. Lachèse, Belleuvre et Ce.
- *Bayonne* .. Cazals.
- *Besançon* ... Marion
- *Cherbourg* ... Lepoittevin.
- *Bordeaux* ... Chaumas. Sauvat.
- *Bourges* .... David.
- *Brest* .... Lefournier.
- *Caen* .... Legost-Clérisse.
- *Chambéry* ... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Rousseau.
- *Dijon* ...... Lamarche.
- *Douai* ...... Bonnard-Obez. Crépin.
- *Grenoble* ... Drevet.
- *La Fère* .... Bayen.
- *La Rochelle*. Hairitau.
- *Lille* .... Beghin. Quarré.
- *Lorient* .... Charles.
- *Lyon* .... Beaud. Palud.
- *A Marseille* ... Camoin frères. Bérard.
- *Montpellier* . Coulet. Seguin.
- *Moulins* ..... Martial Place.
- *Nantes* ..... Douillard frères. Mme Veloppé.
- *Nancy* .... André. Grosjean.
- *Nice* .... Barma. Visconti.
- *Nîmes* ...... Thibaud.
- *Orléans* .... Vaudecraine.
- *Poitiers* .... Ressayre.
- *Rennes* ..... Morel et Berthelot. Verdier.
- *Rochefort* ... Brizard. Valet.
- *Rouen* .... Métérie. Herpin.
- *St-Étienne* .. Chevalier.
- *Toulon* ..... Rumèbe aîné. Rumèbe jeune.
- *Toulouse* .... Gimet. Privat.
- *Valenciennes*. Giard. Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam*. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* .. Verdaguer.
- *Berlin* ...... Asher et Cie.
- *Bologne* .... Zanichelli et Cie.
- *Boston* ..... Sever et Francis.
- *Bruxelles* ... Decq et Dubent. Merzbach et Falk.
- *Cambridge* .. Dighton.
- *Édimbourg* .. Seton et Mackenzie.
- *Florence* .... Jouhaud.
- *Gand* .... Clemm.
- *Gênes* ...... Beuf.
- *Genève* ..... Cherbuliez.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* ... Imer-Cuno.
- *Leipzig* ..... Brockhaus. Twietmeyer. Voss.
- *Liége* .... Bounameaux. Gnusé.
- *Londres* .... Dulau. Nutt.
- *Luxembourg*. V. Büch.
- *Milan* ...... Dumolard frères.
- *A Moscou* .... Gautier.
- *Madrid* ... Bailly-Baillière. Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York* .. Christern.
- *Oxford* ..... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Pédone-Lauriel.
- *Porto* ...... Magalhães et Moniz. Chardron.
- *Rio-Janeiro*. Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères.
- *Rotterdam* .. Kramers.
- *Stockholm* .. Samson et Wallin.
- *St-Pétersb* .. Issakoff. Mellier. Wolff.
- *Turin* ...... Bocca frères. Brero.
- *Varsovie* .. Gebethner et Wolff.
- *Venise* ... .. Ongania.
- *Vérone* ..... Drucker et Tedeschi.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich* ..... Franz Hanke. Schmidt.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 5 (4 Février 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de Académie* se composent des extraits des travaux de es Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes résentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 8 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

RTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre u par un Associé étranger de l'Académie comprennent u plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *omptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées ans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction crite par leur auteur a été remise, séance tenante, ux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même mite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par s correspondants de l'Académie comprennent au lus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner lus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les iscussions verbales qui s'élèvent dans le sein de Académie; cependant, si les Membres qui y ont ris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doient rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, ont ils donnent lecture à l'Académie avant de les emettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne réjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de re, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre Paris et l'Observatoire du Dépôt de la Guerre à Alger* (colonne Voirol). Mémoire de MM. **Lœwy** et **Perrier**, lu par M. Lœwy.

« MM. Stephan et Lœwy ont déjà fait connaître à l'Académie, dans la séance du 16 avril 1877, les résultats des opérations qu'ils ont exécutées pour obtenir les deux différences de longitudes entre Paris-Marseille et Marseille-Alger, d'où résulte une première valeur de la différence de longitude entre Paris et Alger.

» La détermination directe de cette dernière longitude fait l'objet de la Communication actuelle, qui vient ainsi compléter, sur plusieurs points importants, le compte rendu des opérations entreprises en commun par les Observatoires de Paris et de Marseille, ainsi que par le Dépôt de la Guerre, pour rattacher l'Algérie à la France.

» Nous n'avons pas à revenir sur nos appareils électriques installés à Paris et à Alger, dont le principe et le mode d'emploi ont été décrits dans la Communication déjà citée. Nous insisterons spécialement sur la méthode nouvelle que nous avons employée pour la discussion des erreurs et sur les

dispositions particulières que nous avons été forcés de prendre à Marseille pour la transmission des courants électriques.

» Grâce à la télégraphie électrique, la détermination des longitudes de deux points de la surface terrestre est devenue une des opérations les plus exactes de la haute Géodésie.

» Le problème se réduit au fond à déterminer la différence des heures que marquent au même instant physique des pendules bien réglées, installées aux deux stations. Il reste donc à les comparer, malgré la distance qui les sépare, au moyen d'un mode quelconque de télégraphie instantanée.

» Autrefois on n'avait, comme on sait, qu'un moyen de produire des signaux instantanément visibles à de grandes distances : c'était de brûler quelques onces de poudre en plein air, en des lieux convenablement espacés, où l'horizon bien dégagé laissait apercevoir dans le ciel le reflet de l'inflammation subite de la poudre. Des observateurs interposés de 30 à 40 lieues, par exemple, ou plus encore, attendaient ces signaux pour les noter à l'aide des chronomètres. C'est ainsi qu'en France on a opéré pour déterminer l'amplitude astronomique du parallèle moyen ; mais ce système compliqué n'a jamais donné de bons résultats : aussi a-t-il fallu renoncer, pour l'étude de la figure de la Terre, aux différences de longitude ainsi obtenues le long des arcs du parallèle et se contenter des différences de latitude dans le sens des méridiens.

» Cet état de choses a changé de face par l'introduction de la télégraphie électrique, qui a permis de lancer d'une station à l'autre, quelle qu'en fût la distance, des signaux presque instantanés ; par suite, on a pu envoyer à la station conjuguée l'heure de la pendule de la première, aussi bien qu'une dépêche quelconque, et la comparer à l'heure de la seconde station. Et, comme il suffit de renverser le courant, c'est-à-dire d'envoyer de la seconde station l'heure locale de la première pour éliminer le temps d'aller, si court, que l'électricité emploie à franchir l'espace, on a cru pouvoir obtenir par ces nouveaux procédés, combinés avec des méthodes d'observation plus délicates, une exactitude plus rigoureuse.

» La précision que l'on peut ainsi atteindre est, en effet, très-remarquable, et, tant qu'on s'est borné à juger de cette précision par l'accord de résultats obtenus dans une même soirée ou dans plusieurs soirées consécutives, on a dû croire que l'on atteignait les dernières limites de la faiblesse des erreurs inévitables. Cependant il a fallu bientôt rabattre de cette confiance exagérée, lorsque l'on s'est avisé de soumettre ces résultats à un contrôle plus sévère. Supposons que l'on ait déterminé de proche en proche les longitudes

de stations dont l'ensemble forme un polygone fermé, quelle que soit la précision apparente des opérations successives, il faut que l'ensemble satisfasse à la condition de fermer le polygone avec la même précision : or cela n'est pas arrivé, et l'épreuve finale a toujours donné jusqu'ici des mécomptes bien sensibles. En effet, les erreurs réelles se sont montrées toujours beaucoup plus notables que les erreurs probables publiées par les observateurs, erreurs qui fournissent la mesure d'exactitude de résultats trouvés. Cette discordance, d'ailleurs, ne nous a pas surpris.

» Cela tient à ce que l'accord, même persistant, des mesures opérées dans les mêmes conditions n'est pas toujours une preuve absolue d'exactitude. Cet accord peut subsister, alors que l'on commet en réalité des erreurs sensibles : il suffit que ces erreurs soient régulières, systématiques, en un mot, qu'elles suivent certaines lois pour que leur élimination n'ait pas lieu par la répétition d'un nombre même fort grand de mesures individuelles.

» Les opérations dont nous présentons les résultats à l'Académie se distinguent des précédentes par les soins que nous avons mis à étudier séparément ces causes multiples d'erreur, qui peuvent affecter la longitude cherchée. C'est ainsi que nous avons déterminé, soit par des expériences physiques, soit par la répétition des observations astronomiques, la grandeur des erreurs provenant du nivellement, des déterminations azimutales, les erreurs de flexion, les erreurs provenant du mouvement horaire des pendules employées dans les deux stations, l'erreur systématique provenant de l'azimut de la mire conclu de tout l'ensemble des étoiles polaires, l'erreur du relevé électrique, l'erreur due aux fluctuations des équations personnelles, etc., et nous avons, pour chaque longitude particulière, déduit *a priori* l'effet produit par l'ensemble de ces diverses inexactitudes.

» Ces erreurs tiennent, comme on voit, en partie aux instruments eux-mêmes, d'autres aux courants électriques, d'autres, enfin, aux observateurs, dont la disposition physiologique influence sensiblement les résultats. Nous allons seulement indiquer la valeur numérique de quelques-unes de ces erreurs.

» Les pendules, malgré le soin donné à leur installation, en dépit des précautions prises pour les soustraire aux influences de la température, ont une marche légèrement variable; l'erreur de deux mouvements horaires combinés monte à $\pm 0^s,008$.

» Nous avons pu réduire l'incertitude dans l'échange des signaux télégraphiques, due aux fluctuations accidentelles des courants et à l'inertie variable des pièces métalliques, à $\pm$ 0,003 de seconde de temps.

» L'erreur d'une détermination simultanée de l'azimut et du niveau s'élève à $\pm 0^s,04$.

» En ayant ainsi successivement trouvé l'influence de ces diverses sources d'erreurs, nous sommes arrivés à un résultat très-intéressant. Nous avons pu fournir une expression numérique pour l'effet total des erreurs accidentelles, c'est-à-dire une limite difficilement franchissable à l'exactitude des observations astronomiques.

» Il existe, en effet, malgré l'excellence des instruments et des méthodes d'observation, et même en augmentant indéfiniment le nombre des fils du réticule, un ensemble de causes perturbatrices capables d'entacher les résultats de toute observation méridienne. d'une inexactitude que l'on peut évaluer à $\pm 0^s,024$. L'observateur le plus exercé ne peut, en effet, ni transformer les conditions atmosphériques, ni se soustraire à des conditions physiologiques indépendantes de sa propre volonté.

» La seule ressource qui reste, et à laquelle on peut avoir recours pour diminuer ces causes insaisissables d'erreur, c'est de multiplier les séries dans des conditions aussi différentes que possible, afin de faire agir ces causes en sens divers, et de les forcer ainsi à s'éliminer d'elles-mêmes, au moins en grande partie, dans la moyenne définitive.

» Nous allons maintenant exposer l'installation du dispositif particulier, établi à Marseille pour l'échange des signaux.

» L'échange direct des signaux, par la voie télégraphique entre Paris et Alger, s'opère en partie dans l'air, en partie dans la mer, dans des distances respectives de 863 kilomètres et 926 kilomètres. Or l'administration imposait la condition de n'agir dans la portion sous-marine qu'avec l'intensité de dix éléments; nous n'aurions pu franchir ainsi, dans des conditions satisfaisantes, la distance de 1789 kilomètres. De là découlait la nécessité d'interposer, à Marseille, un relais de translation pouvant alternativement lancer dans le fil aérien de Paris, ou dans le câble sous-marin d'Alger, les courants très-différents de deux piles établies à Marseille, formées l'une de cent et l'autre de dix éléments de Callaud.

» Il y avait là une difficulté sérieuse à surmonter. On sait, en effet, que le succès de ce genre de déterminations est basé sur la condition que le temps que l'électricité met à parcourir la ligne télégraphique doit être rigoureusement le même dans les deux directions, soit que l'on envoie un signal de la première station à la seconde ou inversement de la seconde à la première. Une inégalité régulière entre l'aller et le retour d'un signal affecterait toutes les longitudes obtenues successivement d'une erreur sys-

tématique. *Pour éviter* cet inconvénient, il a donc fallu soumettre le relais de translation de Marseille, malgré l'intensité très-différente des courants qui intervenaient dans l'opération, à des actions électriques identiques. Ce but a été complétement atteint à l'aide d'un système particulier de rhéostat et de commutateur métallique qui avait été installé par moi à Marseille.

» Le principe de cette disposition est fort simple. Un courant émanant d'une station quelconque et arrivant à Marseille pouvait s'écouler à terre par deux voies différentes, par le rhéostat ou par le relais de translation; une boussole intercalée dans le circuit permettait alors de régler la résistance du rhéostat, de façon à ne faire entrer dans le relais qu'une fraction déterminée à l'avance du courant; le déclanchement s'opérant ainsi à l'aller et au retour, sous l'influence de forces égales, mesurées par la boussole, il était légitime d'admettre que le retard de transmission, dû à la présence du relais, était le même dans les deux directions.

» Le relais a toujours été réglé très-sensible, afin de pouvoir obéir aussi rapidement que possible à l'action du courant, excessivement faible, venant d'Alger, et, grâce à cette précaution, le retard qu'il produisait était très-minime. Si, en effet, on calcule la somme des retards de transmission mesurés entre Paris-Marseille et Marseille-Alger, à l'aide des opérations combinées de MM. Stephan et Lœwy, on obtient, pour leur ensemble, $0^s,257$, et la durée de transmission ainsi trouvée est indépendante du relais de translation, puisque les deux opérations entre Paris-Marseille et Marseille-Alger sont directement déterminées sans l'intervention de cet organe de transmission. Nous avons trouvé, dans la recherche actuelle, $0^s,306$ pour le retard moyen entre Paris et Alger; la différence entre ces deux valeurs, soit $0^s,051$, mesure évidemment le retard causé par le relais, c'est-à-dire le temps moyen d'attraction de la palette du relais sous l'influence du courant affaibli émanant d'Alger, courant qui n'était que de 10 éléments à son point de départ à Alger, et qui, à son arrivée à Marseille, après avoir franchi 926 kilomètres, était souvent à peine perceptible.

» Le réglage du relais est, on le comprend, une opération délicate, qui a été l'objet de soucis incessants de la part de M. Stephan, et qui n'a pu être assurée qu'à la suite de plusieurs essais préalables par l'échange de signaux entre les trois stations conjuguées.

» Un calcul préliminaire de réduction, fait à l'aide des positions d'étoiles bien connues et empruntées au *Catalogue des étoiles de culmination lunaire* publié par M. Lœwy, nous a permis d'obtenir les corrections moyennes de pendule pour chaque série et la marche des deux pendules, et nous en

avons conclu les corrections à faire subir aux positions primitives. En combinant entre eux les résultats des observations nombreuses de Paris, de Marseille et d'Alger, nous avons formé un nouveau Catalogue dont les positions relatives sont très-précises et dont les positions absolues ne peuvent se trouver affectées que d'une erreur systématique excessivement faible et provenant des points de repère choisis. Toutes les positions de ce Catalogue ont pu ensuite concourir à la détermination de l'heure, et nous n'avons pas été astreint à observer les mêmes étoiles dans les deux stations, condition fort difficile à réaliser, et que nous avons pu toutefois satisfaire dans une large mesure, à cause du voisinage des méridiens d'Alger et de Paris.

» Des retournements nombreux de la lunette ont été effectués dans le cours d'une soirée, et chaque série a été réduite avec les éléments de réduction qui lui sont propres. Avant de conclure la correction moyenne de la pendule, nous avons examiné, à l'époque moyenne, les corrections moyennes des séries, et la comparaison des diverses déterminations de l'heure obtenues alternativement dans les différentes positions de l'instrument a mis en évidence, dans les deux stations, des différences qui ont été soigneusement examinées. Cette comparaison, en effet, nous a permis de calculer l'erreur d'une détermination simultanée de l'azimut et du niveau, et elle nous a également servi à l'étude de la flexion.

» Le tableau suivant résume les résultats trouvés pour la longitude, déterminée directement, entre Paris et Marseille :

Dates.		Longitudes affectées de l'équation personnelle.	Moyenne des erreurs.	Poids.
		m s	s	
1874	2 Novembre ...	2.50,272	± 0,049	0,7
	3 Novembre ...	50,318	± 0,027	2,2
	6 Novembre ...	50,322	± 0,038	1,1
	7 Novembre ...	50,338	± 0,046	0,8
	17 Novembre ...	50,355	± 0,021	3,6
	23 Novembre ...	50,318	± 0,020	4,0
	24 Novembre ...	50,298	± 0,025	2,5

» La combinaison de ces nombres conduit à la valeur suivante :

$L = 2^m\,50^s,327.$ Poids $= 14,9.$ Erreur probable $= \pm\, 0^s,008.$

Équation personnelle Lœwy-Perrier..... $-\,0^s,093 \pm 0^s,008$

De là on déduit, pour la longitude entre Paris (pavillon des longitudes) et Alger (colonne Voirol) : $L' = 2^m\,50^s,234 \pm 0^s,011.$

» MM. Stephan et Lœwy ont trouvé :

Pour la longitude entre Marseille et Paris.....	$12^{m}.13^{s}.435$
» Marseille et Alger ...	9.23,219

d'où l'on conclut, entre Alger et Paris : $L' = 2^{m} 50^{s}, 216$.

» La différence entre ces deux déterminations indépendantes est, comme on voit, très-minime, et la combinaison de ces deux valeurs fournit le résultat définitif adopté et ramené au méridien de Cassini :

Longitude définitive $= 2^{m} 50^{s}, 365$. Erreur probable $= \pm 0^{s}, 01$.

» On remarquera qu'il existe un accord exceptionnel entre les longitudes trouvées dans les différentes soirées successives. Ayant, comme nous l'avons exposé, examiné successivement l'influence des diverses causes d'erreur, nous sommes arrivés à reconnaître avec certitude entre quelles limites il fallait multiplier les diverses opérations, soit astronomiques, soit électriques, et nous avons pu, par cette étude spéciale, augmenter notablement la précision : nous sommes ainsi parvenus à des résultats sur lesquels nous croyons que l'on peut véritablement compter, dans les limites que nous assignons nous-mêmes, résultat que la fermeture de notre triangle, Paris-Marseille-Alger, confirme complétement. »

ASTRONOMIE. — *Instrument portatif pour la détermination des itinéraires et des positions géographiques dans les voyages d'exploration par terre.* Note de M. E. Mouchez.

« Depuis que le Bureau des Longitudes a inauguré son Observatoire de Montsouris, il nous est venu un certain nombre de personnes, se préparant à faire des voyages d'exploration dans l'intérieur des continents ou des îles de la mer de l'Inde, et demandant toutes à s'instruire sur les procédés à l'aide desquels il leur sera possible de déterminer leur itinéraire, ainsi que la latitude et la longitude des lieux visités.

» Ce problème, qui semble fort simple à résoudre au premier abord, offre en réalité, à cause des conditions restrictives qui sont posées, certaines difficultés qui expliquent en grande partie tant de désaccord, tant d'incertitudes dans les cartes dressées par divers voyageurs pour les mêmes contrées visitées.

» Je ne citerai, comme exemple, que le dernier voyage de *Stanley;* ce voyageur a construit une carte de son itinéraire où il fait passer la partie la plus septentrionale du fleuve *Congo* ou *Livingstone* par 1°45′ de latitude

nord, tandis qu'une carte plus récente, construite par Petermann et résultant de la discussion des documents précédemment recueillis, fait remonter cette même partie du fleuve jusque par 4° 30′ de latitude, ce qui fait une différence de plus d'une cinquantaine de lieues.

» C'est pour éviter de telles incertitudes et faciliter la partie astronomique de leur tâche aux hommes dévoués qui se préparent actuellement, à l'Observatoire Montsouris, à entreprendre de grands voyages d'exploration, que j'ai fait construire le petit appareil très-simple que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et qui résoudra, je crois, suffisamment bien la question qui nous a été posée.

» Il ne présente aucune idée théorique nouvelle, mais seulement une imitation approchée de l'arbalète ou astrolabe dont se servaient les anciens marins avant l'invention des instruments à réflexion, car il n'est pas nécessaire ici d'un appareil de grande précision, mais bien d'un instrument très-portatif et très-facile à employer dans toutes les circonstances.

» Il y a deux genres d'instruments avec lesquels on peut prendre la hauteur des astres : les uns fixes, usités dans les observatoires, et les autres portatifs, les instruments à réflexion des marins. Les premiers, même réduits à leur plus petite dimension possible, sont trop encombrants et exigent une installation trop stable pour qu'on puisse les employer dans de tels voyages; les seconds, au contraire, peu volumineux, n'exigent aucune installation préalable, sont les véritables instruments des voyages d'exploration; malheureusement ils deviennent impuissants dans les régions équatoriales où le Soleil est toujours trop près du zénith pour qu'on puisse observer le double de sa hauteur dans un horizon artificiel, l'angle maximum, mesurable par ce procédé, étant, comme on le sait, de 130 à 140 degrés.

» On pourrait, il est vrai, avoir recours, dans ce cas, aux observations d'étoiles; mais elles exigent une certaine expérience, une connaissance du ciel que n'ont pas toujours les voyageurs, et elles présentent en outre quelques difficultés matérielles d'éclairage, de lecture, de pointé dans l'horizon, qui en rendent l'usage assez rare. Ces instruments à réflexion nécessitent d'ailleurs une double boîte pour l'horizon artificiel, ce qui ne permet guère de les porter sur soi, et ils n'évitent pas en outre la nécessité de porter une troisième caisse pour la boussole de relèvement; enfin ils n'offrent pas la possibilité de prendre la hauteur angulaire des montagnes et de faire un nivellement approximatif.

» L'instrument que je viens de faire construire est destiné à être porté

en bandoulière comme une jumelle de marine, dont il a à peu près le poids et le volume, et il donnera la possibilité de faire simultanément ces diverses observations. Il se compose d'une boîte cylindrique en cuivre, de 12 centimètres de diamètre et de 5 centimètres d'épaisseur, portant sur l'une de ses faces une aiguille aimantée entraînant un cercle divisé permettant de prendre les relèvements magnétiques à $\frac{1}{10}$ de degré près, et de l'autre un cercle mobile également divisé et muni d'un contre-poids à l'extrémité d'un de ces décimètres qui, étant ainsi maintenu vertical, rend possible la mesure des hauteurs angulaires à 1 ou 2 minutes près. A un des deux couvercles en cuivre qui garantissent les cercles est adaptée une douille mobile autour d'un genou avec vis de pression, à l'aide de laquelle on peut donner à l'instrument toutes les directions possibles; ce couvercle s'adapte du côté opposé au cercle dont on veut se servir, et s'ajuste soit sur une canne qu'on enfonce en terre, soit sur une canne à trois branches, comme en ont les photographes de campagne.

» L'observation des hauteurs se fait avec une petite lunette centrée sur la boîte en cuivre et portant à son foyer principal un réticule carré dont le côté est égal au diamètre du Soleil. Cela permettra d'obtenir de suite la hauteur du centre de l'astre, et évitera la nécessité de la correction du demi-diamètre, source d'erreurs fréquentes, surtout quand on est obligé d'employer une lunette et un prisme qui renversent l'image du Soleil et font confondre souvent les bords opposés.

» La manœuvre de l'instrument sera donc extrêmement simple et rapide, et l'exactitude obtenue très-suffisante. Les ciels constamment couverts que nous avons depuis un mois ne m'ont encore permis de faire à Montsouris qu'une seule observation de latitude : je l'ai obtenue à 1′20″ près. Mais je ne compte pas habituellement sur une approximation plus grande que 2 minutes ou 2 $\frac{1}{2}$ minutes, bien suffisante d'ailleurs pour la géographie de l'Afrique équatoriale, puisqu'une semblable erreur ne représenterait guère que la moitié de la longueur de la ville de Paris.

» L'avantage de cet instrument, c'est que le voyageur, le portant toujours sur lui, pourra sans peine et sans fatigue multiplier ses observations; il lui suffira de s'arrêter un quart d'heure pour pouvoir, sans avoir recours à ses porteurs et à ses bagages, observer la hauteur du Soleil, le nivellement des montagnes, le relèvement des objets en vue et de la route, ainsi que la déclinaison de l'aiguille aimantée. Ces hauteurs de Soleil, prises matin et soir, lui donneront, à l'aide d'un chronomètre de poche, le chemin parcouru, est et ouest, pendant que la hauteur méridienne lui donnera chaque jour

le chemin nord et sud. Il aura donc tous les éléments nécessaires pour tracer un excellent itinéraire, auquel il pourra rapporter, par des relèvements continuels, tous les accidents topographiques, les chaînes de montagnes, les villages, les forêts, etc., etc., visibles de sa route. Ces diverses opérations ne pouvant se faire aujourd'hui qu'à l'aide d'appareils plus ou moins encombrants, relégués aux bagages, sont le plus souvent négligées, et l'on se contente alors d'estimer la route par journée de marche au pas de l'homme, du cheval ou du chameau, procédé si défectueux et source de tant d'erreurs.

» Je ne doute pas que ce petit instrument, construit par notre excellent artiste Lorieux, avec tout le bénéfice de sa longue expérience, ne puisse rendre, par l'extrême facilité de son emploi, d'utiles services aux voyageurs français qui vont tenter de poursuivre, avec des moyens plus modestes peut-être, mais avec non moins de courage et de dévouement, l'œuvre de la reconnaissance de l'Afrique équatoriale, si brillamment entreprise par Stanley. »

« M. d'Abbadie fait observer qu'il avait d'abord placé dans la lunette de son théodolite de voyage deux fils espacés de manière à embrasser toujours le disque solaire, dans l'espoir de déterminer ainsi le centre de ce disque. La pratique ayant bientôt montré qu'il est difficile de placer les deux bords opposés de cet astre, chacun à une distance égale, et nécessairement presque toujours *estimée*, de deux fils différents, il est préférable d'employer en voyage un seul fil, d'observer alternativement les deux bords du Soleil quand on veut déterminer la latitude, et de laisser son disque traverser le fil unique quand on veut, le soir ou le matin, trouver l'heure ou l'azimut vrai. Quant à l'usage d'une canne comme pied, il a fallu y renoncer dans les terrains rocheux, si fréquents en Éthiopie, comme aussi sur un sol sablonneux. Au lieu d'une seule canne il est préférable d'en employer trois. Fendues à un bout, elles servaient à monter promptement un trépied ordinaire, pour un petit théodolite qui donnait *à la fois* l'angle horizontal et l'angle vertical, et dont les cercles semblent plus petits que dans l'instrument de M. Mouchez. Notre instrument à deux cercles donnait la latitude par le Soleil à 6 secondes près, et l'azimut vrai à 1 minute près. Une pareille exactitude a paru nécessaire pour établir à moins de 1 minute près tant en longitude qu'en latitude, et en altitude à 20 mètres près, les positions relatives de plus de 800 points de l'Éthiopie. Une disposition nouvelle de cet instrument, et qui offre plusieurs avantages, a été publiée en 1863, dans

les *Comptes rendus*, t. LVI, p. 1195. A cause de l'oxydation et de la poussière, il est préférable de ne pas assembler sur place les pièces d'un pareil instrument, et, pour le mettre à l'abri des accidents, il doit être enfermé dans une boîte portée par le guide. Enfin, le perpendicule est bien moins exact qu'un niveau. Du reste, M. d'Abbadie se joint pleinement à M. Mouchez pour proscrire l'usage du sextant dans les voyages terrestres, où la détermination des azimuts a une si grande importance pour remplir les détails de la carte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite.**

« J'ajouterai aux résultats de mon Mémoire les cosinus de direction des axes de la section invariable par rapport à l'axe instantané et aux axes du corps; ils sont :

$$\frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+m_2^2}} = \mp \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{dn}(u+ia) - \mathrm{X}\,\mathrm{dn}(u-ia)}{2i\sqrt{\mathrm{XY}}\,\mathrm{dn}(u+ia)\,\mathrm{dn}(u-ia)},$$

$$\frac{m_2}{\sqrt{m_1^2+m_2^2}} = - \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{dn}(u+ia) + \mathrm{X}\,\mathrm{dn}(u-ia)}{2\sqrt{\mathrm{XY}}\,\mathrm{dn}(u+ia)\,\mathrm{dn}(u-ia)},$$

$$\frac{m_1 x_1}{a_1-\lambda} = - \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{sn}(u+ia) + \mathrm{X}\,\mathrm{sn}(u-ia)}{2\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}}, \qquad \frac{m_2 x_1}{a_1-\lambda_2} = \mp \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{sn}(u+ia) - \mathrm{X}\,\mathrm{sn}(u-ia)}{2i\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}},$$

$$\frac{m_1 x_2}{a_2-\lambda_1} = - \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{cn}(u+ia) + \mathrm{X}\,\mathrm{cn}(u-ia)}{2\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}}, \qquad \frac{m_2 x_2}{a_1-\lambda_2} = \mp \frac{\mathrm{Y}\,\mathrm{cn}(u+ia) - \mathrm{X}\,\mathrm{cn}(u-ia)}{2i\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}},$$

$$\frac{m_1 x_3}{a_3-\lambda_1} = \mp \frac{\mathrm{Y}-\mathrm{X}}{2i\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}}, \qquad \frac{m_2 x_3}{a_3-\lambda_2} = - \frac{\mathrm{Y}+\mathrm{X}}{2\,\mathrm{cn}\,ia\sqrt{\mathrm{XYZ}}},$$

où

$$\mathrm{X}^2 = 1 - k^2\,\mathrm{sn}^2 ib\,\mathrm{sn}^2(u+ia), \quad \mathrm{Y}^2 = 1 - k^2\,\mathrm{sn}^2 ib\,\mathrm{sn}^2(u-ia),$$

$$\mathrm{Z}(1 - k^2\,\mathrm{sn}^2 ia\,\mathrm{sn}^2 u) = 1,$$

$$\frac{n}{\sqrt{c}} = \pm \frac{2\,\mathrm{sn}\,i\sigma\,\mathrm{sn}\,i\tau}{\sqrt{\mathrm{sn}^2 i\tau - \mathrm{sn}^2 i\sigma}}.$$

Les doubles signes se rapportent aux cas de $m_3^2 \gtrless a_2$, avec la convention que, suivant que $a+b >$ ou $< \mathrm{K}'$, X, Y, ou bien X sn$(u-ia)$, Y sn$(u+ia)$ imaginaires conjugués, aient leur partie réelle positive. On tire ces expressions de (4). La substitution directe des valeurs x_1, x_2, x_3 ; m_1, m_2; λ_1, λ_2 donne des expressions assez simples, mais tout à fait différentes, et leur comparaison donne lieu à des formules remarquables.

» Les résultats dont on vient de voir l'indication succincte sont les premiers qui aient été ajoutés aux travaux de Jacobi dans la théorie de la

rotation; mais je dois signaler encore, en raison de l'intérêt que j'y attache, un point non mentionné dans le résumé précédent. Remplaçons, dans le plan invariable, les axes fixes Ox, Oy par deux autres également rectangulaires, mais mobiles, Ox_1, Oy_1, dont le premier soit constamment parallèle à la direction du rayon vecteur de l'erpoloïde; M. Chelini a introduit, en suivant la méthode de Poinsot, les angles des axes d'inertie avec les droites Ox_1, Oy_1, Oz, et donné ce système de formules, où ι désigne le rayon vecteur de l'erpoloïde,

$$\cos(x_1 x') = \frac{(\alpha-\delta)a''}{\iota}, \quad \cos(y_1 x') = \frac{(\gamma-\beta)b''c''}{\iota}, \quad \cos(z_1 x') = a'',$$
$$\cos(x_1 y') = \frac{(\beta-\delta)b''}{\iota}, \quad \cos(y_1 y') = \frac{(\alpha-\gamma)c''a''}{\iota}, \quad \cos(z_1 y') = b'',$$
$$\cos(x_1 z') = \frac{(\gamma-\delta)c''}{\iota}, \quad \cos(y_1 z') = \frac{(\beta-\alpha)a''b''}{\iota}, \quad \cos(z_1 z') = c''.$$

C'est le passage des neuf cosinus de M. Chelini à ceux de Jacobi, qu'il était important d'effectuer pour compléter la déduction analytique de la théorie de Poinsot, alors même que, par cette voie, on ne dût peut-être pas y arriver de la manière la plus rapide. Je renverrai, sur ce point essentiel, aux beaux Mémoires de M. Siacci, en me bornant à remarquer les relations suivantes, dans lesquelles $V_1 = v - iv'$:

$$\cos(x_1 x') + i\cos(y_1 x') = \frac{1}{\iota}AV_1,$$
$$\cos(x_1 y') + i\cos(y_1 y') = \frac{1}{\iota}BV_1,$$
$$\cos(x_1 z') + i\cos(y_1 z') = \frac{1}{\iota}CV_1,$$

et j'y ajouterai quelques formules relatives à l'erpoloïde.

» XIX. Si l'on met, au lieu de ξ, η, ζ, dans les équations du § XII, p. 984, les quantités suivantes :

$$\xi = p\rho, \quad \eta = q\rho, \quad \zeta = r\rho,$$

où p, q, r sont les composantes de la vitesse et ρ une indéterminée, on aura, pour déterminer la position de l'axe instantané de rotation par rapport aux axes fixes, les formules

$$x = (ap + bq + cr)\rho = v\rho,$$
$$y = (a'p + b'q + c'r)\rho = v'\rho,$$
$$z = (a''p + b''q + c''r)\rho = v''\rho,$$

dont la dernière est simplement $z = \delta\rho$. Or, l'erpoloïde étant la trace de cet axe mobile sur le plan tangent à l'ellipsoïde central, $z = \delta$, on voit qu'il suffit de faire $\rho = 1$ pour obtenir les coordonnées de cette courbe, exprimées en fonction du temps, ou de la variable ω. Nous avons ainsi $x = \nu$, $y = \nu'$; mais ce sont plutôt les quantités $x + iy$ et $x - iy$ qu'il convient de considérer, et je poserai en conséquence

$$x + iy = -in\frac{H'(0)\Theta_1(u-\omega)e^{i(\lambda u+\nu)}}{H_1(\omega)\Theta(u)} = \Phi(u),$$
$$x - iy = +in\frac{H'(0)\Theta_1(u+\omega)e^{-i(\lambda u+\nu)}}{H_1(\omega)\Theta(u)} = \Phi_1(u),$$

ce qui permettra d'employer les conditions caractéristiques

$$\Phi(u + 2K) = \mu\Phi(u), \quad \Phi(u + 2iK') = -\mu'\Phi(u),$$
$$\Phi_1(u + 2K) = \frac{1}{\mu}\Phi_1(u), \quad \Phi_1(u + 2iK') = -\frac{1}{\mu'}\Phi_1(u),$$

où j'ai fait

$$\mu = e^{2i\lambda K}, \quad \mu' = e^{\frac{i\pi\omega}{K} - 2\lambda K'}.$$

Elles montrent, en effet, que les produits $\Phi(u)\Phi_1(u)$, $D_u\Phi(u)D_u\Phi_1(u)$, et en général $D_u^m\Phi(u)D_u^n\Phi_1(u)$, quels que soient m et n, sont des fonctions doublement périodiques, ayant $2K$ et $2iK'$ pour périodes. En particulier, nous envisageons l'expression $D_u\Phi(u)D_u\Phi_1(u) = x'^2 + y'^2$, puis les coefficients de i dans les suivantes :

$$D_u\Phi(u)\Phi_1(u) \quad = xx' + yy' + i(xy' - yx'),$$
$$D_u^2\Phi(u)D_u\Phi_1(u) = x'x'' + y'y'' + i(x'y'' - y'x''),$$

ces fonctions doublement périodiques donnant, par les formules connues, les éléments de l'arc, du secteur et le rayon de courbure. J'emploierai, pour les obtenir, la formule de décomposition en éléments simples, rappelée au commencement de ce travail (§ II, p. 694), et dont l'application sera facile, $\Phi(u)$ et $\Phi_1(u)$ ayant pour pôle unique $u = iK'$. N'ayant ainsi à considérer qu'un seul élément simple, $\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}$, il suffit d'avoir les développements suivant les puissances croissantes de ε de $\Phi(iK' + \varepsilon)$ et $\Phi_1(iK' + \varepsilon)$; ils s'obtiennent comme on va voir.

» Je remarque d'abord que, au moyen de la fonction $\varphi_1(x, \omega)$, définie au § VI, p. 824, on peut écrire

$$\Phi(u) = C\varphi_1(u, -\omega)e^{\frac{i\delta u}{n}}, \quad \Phi_1(u) = C_1\varphi_1(x, \omega)e^{-\frac{i\delta u}{n}},$$

C et C_1 désignant des constantes. C'est ce que l'on voit en joignant aux relations précédemment employées,

$$i\lambda = \frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{i\beta}{n} + \frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)} = \frac{i\gamma}{n} + \frac{H'(\omega)}{H(\omega)},$$

la suivante :

$$i\lambda = \frac{i\delta}{n} + \frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)},$$

qui résulte de la condition $\alpha - \delta = in\frac{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{cn}\omega}$ (§ XVII, p. 1186), en la mettant sous la forme

$$\frac{i\alpha}{n} - \frac{i\delta}{n} = D_\omega \log \operatorname{cn}\omega = \frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}.$$

Cela posé, l'équation $i\varphi_1(u, \omega) = \chi(u, \omega + K + iK')$ montre qu'on a le développement de $\varphi_1(iK' + \varepsilon, \omega)$ en changeant simplement ω en $\omega + K + iK'$ dans la formule de la page 823 :

$$\chi(iK' + \varepsilon, \omega) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \frac{1}{3}\Omega_1\varepsilon^2 - \frac{1}{8}\Omega_2\varepsilon^3 + \cdots,$$

et il vient ainsi, en nous bornant aux seuls termes nécessaires,

$$i\varphi_1(iK' + \varepsilon, \omega) = \frac{1}{\varepsilon} - \left(\frac{k'^2}{\operatorname{cn}^2\omega} + \frac{2k^2 - 1}{3}\right)\frac{\varepsilon}{2} - \frac{k'^2\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{cn}^3\omega}\frac{\varepsilon^2}{3} - \cdots.$$

» Désignons par S_1, pour abréger, la série du second membre, et par S ce qu'elle devient lorsqu'on change i en $-i$, c'est-à-dire ω en $-\omega$; puisqu'on a $\omega = iv$, on aura les expressions

$$\Phi(iK' + \varepsilon) = RSe^{\frac{i\delta\varepsilon}{n}}, \quad \Phi_1(iK' + \varepsilon) = R_1 S_1 e^{-\frac{i\delta\varepsilon}{n}},$$

où R et R_1 sont deux nouvelles constantes, dont la signification se montre d'elle-même. Il est clair, en effet, que ces quantités sont les résidus des fonctions $\Phi(u)$ et $\Phi_1(u)$ pour $u = iK'$, de sorte qu'on trouve immédiatement les valeurs

$$R = -ne^{\frac{i\pi\omega}{2K} - \lambda K' + iv}, \quad R_1 = +ne^{-\frac{i\pi\omega}{2K} + \lambda K' - iv}$$

et la relation $RR_1 = -n^2$. Voici maintenant les applications de nos formules.

» XX. Je pars des équations suivantes :

$$D_\varepsilon\Phi(iK' + \varepsilon)D_\varepsilon\Phi_1(iK' + \varepsilon) = -n^2\left(S' + \frac{i\delta}{n}S\right)\left(S'_1 - \frac{i\delta}{n}S_1\right),$$

$$D_\varepsilon\Phi(iK' + \varepsilon)\Phi_1(iK' + \varepsilon) = -n^2\left(S' + \frac{i\delta}{n}S\right)S_1,$$

$$D_\varepsilon^2\Phi(iK' + \varepsilon)D_\varepsilon\Phi_1(iK' + \varepsilon) = -n^2\left(S'' + \frac{2i\delta}{n}S' - \frac{\delta^2}{n^2}S\right)\left(S'_1 - \frac{i\delta}{n}S_1\right),$$

et je me borne à la partie principale des développements en faisant, dans les deux dernières, abstraction des termes réels; le calcul donne pour résultats

$$\frac{P}{\varepsilon^2} - \frac{n^2}{\varepsilon^4}, \quad -\frac{n\delta}{\varepsilon^2}, \quad -\frac{Q}{n\varepsilon^2},$$

si l'on écrit, pour abréger,

$$P = \frac{n^2 k'^2}{\mathrm{cn}^2\omega} + \frac{n^2(2k^2-1)}{3} + \delta^2,$$

$$Q = \frac{2n^3 k'^2 \,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{i\,\mathrm{cn}^3\omega} + \frac{3\delta n^2 k'^2}{\mathrm{cn}^2\omega} + \delta n^2(2k^2-1) + \delta^3.$$

Remplaçant donc $\frac{1}{\varepsilon^2}$ et $\frac{1}{\varepsilon^4}$ par $-D_\varepsilon\frac{1}{\varepsilon}$, $-\frac{1}{6}D_\varepsilon^3\frac{1}{\varepsilon}$, on obtiendra, en désignant par C, C′, C″ des constantes,

$$x'^2 + y'^2 = C - PD_u\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} + \frac{1}{6}n^2 D_u^3\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)},$$

$$xy' - yx' = C' + n\delta D_u\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)},$$

$$x'y'' - y'x'' = C'' + \frac{Q}{n}D_u\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}.$$

Employons enfin la relation $D_u\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} = \frac{J}{K} - k^2\,\mathrm{sn}^2 u$, et l'on parviendra, en modifiant convenablement les constantes, aux expressions suivantes :

$$x'^2 + y'^2 = C + \left(n^2 - \delta^2 - \frac{n^2k'^2}{\mathrm{cn}^2\omega}\right)k^2\,\mathrm{sn}^2 u - n^2k^4\,\mathrm{sn}^4 u,$$

$$xy' - yx' = C' - \delta n k^2\,\mathrm{sn}^2 u,$$

$$xy'' - yx'' = C'' - \frac{Q}{n}k^2\,\mathrm{sn}^2 u.$$

Pour déterminer C, C′, C″, je supposerai $u = 0$; il suffira ainsi de connaître la valeur des fonctions $\Phi(u)$, $\Phi_1(u)$ et de leurs premières dérivées quand on pose $u = 0$; or on obtient, par un calcul facile dont je me borne à donner le résultat,

$$e^{-iv}\Phi(u) = -in\frac{\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega} + \beta\frac{\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega}u + i\frac{n^2k^2\,\mathrm{cn}^2\omega + \beta^2\,\mathrm{dn}^2\omega}{n\,\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}\frac{u^2}{2} + \ldots,$$

$$e^{+iv}\Phi_1(u) = +in\frac{\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega} + \beta\frac{\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega}u - i\frac{n^2k^2\,\mathrm{cn}^2\omega + \beta^2\,\mathrm{dn}^2\omega}{n\,\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}\frac{u^2}{2} + \ldots;$$

on en conclut

$$C = \beta^2\frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega}, \quad C' = n\beta\frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega}, \quad C'' = \beta\,\frac{n^2k^2\,\mathrm{cn}^2\omega + \beta^2\,\mathrm{dn}^2\omega}{n\,\mathrm{cn}^2\omega}.$$

Soit donc S l'aire d'un secteur, s la longueur de l'arc et R le rayon de courbure de l'erpoloïde, nous aurons

$$D_u S = n\left(\beta \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} - \delta k^2 \mathrm{sn}^2 u\right)$$

$$(D_u s)^2 = \beta^2 \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} + \left(n^2 - \delta^2 - \frac{n^2 k'^2}{\mathrm{cn}^2\omega}\right) k^2 \mathrm{sn}^2 u - n^2 k^4 \mathrm{sn}^4 u,$$

$$R = \frac{n\,\mathrm{cn}^2\omega\left[\beta^2 \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} + \left(n^2 - \delta^2 - \frac{n^2 k'^2}{\mathrm{cn}^2\omega}\right) k^2 \mathrm{sn}^2 u - n^2 k^4 \mathrm{sn}^4 u\right]^{\frac{3}{2}}}{\beta(n^2 k^2 \mathrm{cn}^2\omega + \beta^2 \mathrm{dn}^2\omega) - Q k^2 \mathrm{cn}^2\omega\, \mathrm{sn}^2 u}.$$

Ces formules donnent lieu à quelques remarques.

J'observerai, en premier lieu, qu'on tire de la première, en comptant l'aire à partir de $t = t_0$ ou $u = 0$,

$$\begin{aligned} S &= n\beta \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} u - n\delta\left[\frac{J}{K} u - \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}\right], \\ &= nu\left(\beta \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} - \delta \frac{J}{K}\right) + n\delta \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}; \end{aligned}$$

il en résulte que, u devenant $u + 2K$, le secteur s'accroît de la quantité constante

$$2n\left(\beta \frac{\mathrm{dn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} K - \delta J\right),$$

ou, sous une autre forme,

$$2\sqrt{\frac{\delta - \alpha}{\gamma - \beta}}\,[(\gamma - \delta)\beta K - (\gamma - \beta)\delta J].$$

Je démontrerai ensuite que le trinôme en $\mathrm{sn}\,u$ qui se présente dans l'élément de l'arc, et dont les racines sont réelles et de signes contraires, a sa racine positive comprise entre 1 et $\frac{1}{k}$. En faisant, en effet, $\mathrm{sn}\,u = 1$, puis $\mathrm{sn}\,u = \frac{1}{k}$, nous trouvons pour résultats les quantités

$$\frac{\alpha^2(\gamma - \delta)(\delta - \beta)}{(\gamma - \beta)(\delta - \alpha)}, \quad \frac{\gamma^2(\beta - \delta)}{\gamma - \beta},$$

dont la première est positive et la seconde négative. On verra sans peine aussi qu'en introduisant $\mathrm{dn}\,u$ au lieu de $\mathrm{sn}\,u$, il prend la forme suivante, qui est assez simple :

$$\frac{\gamma^2(\beta - \delta)}{\gamma - \beta} - [\gamma(\alpha + \beta - 2\delta) - \alpha\beta]\,\mathrm{dn}^2 u - (\gamma - \beta)(\delta - \alpha)\,\mathrm{dn}^4 u.$$

Enfin, et en dernier lieu, je remarquerai que la constante désignée par Q,

qui entre dans le rayon de courbure, peut s'écrire ainsi :

$$Q = -4\delta^3 + 4(\alpha + \beta + \gamma)\delta^2 - 3(\alpha\beta + \alpha\gamma + \beta\gamma)\delta + 2\alpha\beta\gamma;$$

mais, malgré cette simplification, il paraît difficile de déduire de la formule qui détermine les points stationnaires,

$$k^2 \operatorname{sn}^2 u = \frac{\beta(n^2 k^2 \operatorname{cn}^2 \omega + \beta^2 \operatorname{dn}^2 \omega)}{Q \operatorname{cn}^2 \omega},$$

les conditions sous lesquelles ces points seront réels ou imaginaires, et je ne m'y arrêterai pas. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelles observations sur les réactions chimiques de l'effluve et sur l'acide persulfurique.* Note de M. **Berthelot**.

« **1.** L'acide persulfurique se formant dans la réaction de l'acide sulfureux sur l'oxygène, il était naturel de penser que le même composé pourrait être obtenu directement au moyen de l'acide sulfurique anhydre

$$S^2O^6 + O = S^2O^7.$$

» C'est, en effet, ce que l'expérience a vérifié. Ayant introduit dans un tube à effluve un poids connu, 277 milligrammes d'acide sulfurique anhydre (contenu dans une ampoule scellée), j'ai fermé le tube, je l'ai rempli d'oxygène sec (60 centimètres cubes environ), et j'ai fait agir l'effluve, à forte tension, pendant huit heures. On a ensuite chauffé le bas du tube, pour disséminer quelques petites masses opaques d'acide sulfurique anhydre inaltéré ; puis on a fait agir de nouveau l'effluve, pendant quelques heures. Au bout de ce temps l'acide sulfurique avait disparu, et il se trouvait remplacé par une substance offrant l'aspect de l'acide persulfurique.

» Le volume du gaz disparu surpassait un peu 20 centimètres cubes, à 12 degrés. La matière obtenue offrait réellement la composition de l'acide persulfurique ; car elle a cédé à une solution titrée de sulfate ferreux un poids d'oxygène égal à $26^{mgr},2$; soit 9,5 centièmes par rapport à l'acide sulfurique : la théorie exige 10,0.

» Ces deux nombres sont aussi rapprochés qu'on pouvait l'espérer ; la moindre trace, soit d'humidité dans l'acide ou dans le gaz, soit d'alcali cédé par le verre, suffirait à expliquer la légère différence qui existe entre eux.

» **2.** Il m'a paru utile de vérifier s'il ne s'exerçait aucune réaction entre l'acide sulfurique anhydre et l'oxygène secs, mis en présence dans un tube

tout pareil et abandonnés pendant une dizaine de jours, sans avoir éprouvé l'action de l'effluve. Or 364 milligrammes d'acide n'ont pas fixé, dans ces conditions, une proportion d'oxygène égale à $\frac{1}{12}$ de milligramme : résultat négatif qui sert à la fois de contrôle à la réaction elle-même et au procédé de dosage de l'oxygène fixé sur l'acide sulfurique.

» 3. L'acide persulfurique, une fois préparé, ne semble pas jouir d'une stabilité indéfinie, du moins lorsqu'on suspend l'action de l'effluve. En effet, les belles aiguilles cristallisées que l'on a obtenues d'abord commencent, au bout de quelques jours, à se désagréger et à se réduire en une sorte de neige très-atténuée, qui semble être soit de l'acide sulfurique anhydre, soit plutôt une combinaison des deux acides sulfurique et persulfurique. Cette désagrégation augmente peu à peu. Au bout d'un mois, vers 8 à 10 degrés, elle s'est étendue à peu près à la moitié de la matière. La même substance se produit au début, lorsqu'on fait agir l'effluve sur l'acide sulfurique anhydre en présence de l'oxygène : circonstance qui me porte à la regarder comme un composé intermédiaire.

» Il paraît donc que l'acide persulfurique, aussi bien que l'ozone et l'eau oxygénée, se détruit peu à peu de lui-même, lorsque l'énergie étrangère, sous l'influence de laquelle il a pris naissance, vient à cesser d'agir, c'est-à-dire de communiquer à la matière un état spécial et un genre de mouvements ou de vibrations particulier.

» 4. La formation de l'acide persulfurique, soit au moyen de l'acide sulfureux, soit au moyen de l'acide sulfurique anhydre, exige la présence d'un excès notable d'oxygène. Emploie-t-on seulement les quantités relatives indiquées par les équivalents, la réaction se fait mal et demeure incomplète. Cette circonstance s'explique, si l'on remarque que l'effluve exerce une double action : elle décompose, et elle combine ; c'est ainsi qu'elle peut soit décomposer partiellement l'acide sulfureux en soufre et oxygène (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 72), soit combiner ce même acide sulfureux avec l'oxygène pour former l'acide persulfurique.

» 5. En général, les composés binaires soumis à l'action de l'effluve ne se résolvent pas d'ordinaire en leurs éléments, par un dédoublement pur et simple; mais une partie se décompose, tandis que l'autre partie forme au contraire des combinaisons plus compliquées. Ainsi l'hydrogène sulfuré produit à la fois du soufre, de l'hydrogène et du polysulfure d'hydrogène; l'hydrogène phosphoré gazeux produit de l'hydrogène libre et du sous-phosphure solide ; l'oxyde de carbone produit de l'acide carbonique et du sous-oxyde solides, le formène produit de l'hydrogène, de l'acétylène et des carbures résineux, etc., etc.

» Ces phénomènes d'équilibre entre la décomposition pure et simple et la formation des combinaisons complexes et condensées ne se présentent pas seulement dans l'étude des réactions provoquées par l'acte de l'électrisation, mais on les observe aussi dans l'étude des réactions provoquées par l'acte de l'échauffement. C'est précisément en m'appuyant sur des relations du même ordre que j'ai réussi à effectuer la synthèse pyrogénée des carbures d'hydrogène. Il est également probable qu'il se développe des équilibres analogues dans les effets chimiques produits par l'acte de l'illumination, ces effets étant caractérisés, par exemple, au sein des tissus végétaux, par une double tendance, d'une part, à la décomposition de l'acide carbonique avec mise en liberté d'oxygène et formation de combinaisons condensées; et, d'autre part, à la régénération de ce même acide carbonique aux dépens de l'oxygène libre et des principes organiques.

» Les équilibres qui accompagnent de telles synthèses électriques, pyrogénées, photogéniques, offrent un même caractère général : elles expriment la résultante de deux énergies opposées l'une à l'autre, savoir : l'énergie chimique, qui tend à réaliser entre les corps abandonnés à eux-mêmes les réactions (combinaisons, condensations, ou parfois décompositions) capables de dégager la plus grande quantité possible de chaleur; et, par opposition, l'énergie calorifique, lumineuse ou électrique, qui tend à provoquer et à effectuer les réactions contraires, celles-ci étant accomplies d'ordinaire avec absorption de chaleur (décomposition de l'acide carbonique, formation de l'ozone, de l'acide persulfurique, etc.). Parfois les effets se compliquent et se superposent, comme il arrive lorsque l'acétylène, engendré d'abord aux dépens du formène avec absorption de chaleur, se transforme ensuite en benzine et en autres carbures condensés avec dégagement de chaleur. Quoi qu'il en soit, si l'énergie favorable à la production des nouvelles combinaisons ainsi produites vient à cesser de s'exercer, les conditions d'équilibre qui en avaient déterminé et entretenu la formation cessent en même temps d'être réalisées, et il arrive souvent que les nouveaux composés se détruisent peu à peu et d'une manière illimitée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates définis formés par les hydracides.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. Les phénomènes thermiques qui se passent pendant la réaction successive de l'eau sur les hydracides, joints à l'étude des tensions des hydra-

cides anhydres dans leurs dissolutions, m'ont conduit à admettre l'existence de certaines combinaisons définies entre l'eau et l'hydracide. C'est par l'existence et les propriétés de ces combinaisons que j'ai expliqué les réactions inverses que développent les hydracides, suivant le degré de leur concentration : par exemple, la précipitation des sulfures métalliques par l'hydrogène sulfuré dans les chlorures dissous, et la redissolution inverse des mêmes sulfures par l'acide chlorhydrique concentré; les déplacements réciproques de l'acide cyanhydrique dans le cyanure de mercure par l'acide chlorhydrique concentré, et de l'acide chlorhydrique par l'acide cyanhydrique dans le cyanure de mercure étendu; ou bien encore la transformation de l'iode en acide iodhydrique par les dissolutions d'acide sulfhydrique et sulfureux, et la décomposition inverse de ce même hydracide par le soufre ou par l'acide sulfurique concentré (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 488, 500, 198; t. V, p. 456; 4e série, t. XXX, p. 494).

» Voici quelques observations nouvelles, propres à mettre en évidence, par des preuves directes, l'existence de plusieurs de ces hydrates.

» 2. En saturant l'eau de gaz bromhydrique, à une température voisine de zéro, j'ai obtenu un liquide dont la composition était très-voisine de $HBr + 2H^2O^2$: soit 2,045 H^2O^2; 2,061; 2,090 H^2O^2 dans trois expériences. J'ai pensé que le composé défini pourrait être préparé sous forme cristallisée, en faisant intervenir le refroidissement. En effet, le liquide précédent, placé dans un mélange refrigérant et traversé par un courant de gaz bromhydrique, n'absorbe plus que de faibles quantités de ce dernier; mais il ne tarde pas à se transformer en une masse blanche cristallisée. L'analyse de cette matière a donné :

		Théorie.
HBr	68,9	69,3
HO	31,1	30,7

Cet hydrate fond à $-11°$.

» 3. Un composé analogue a été déjà obtenu avec l'acide chlorhydrique. En effet, j'avais observé que la dissolution de l'hydracide dans l'eau se rapproche de plus en plus de la composition $HCl + 2H^2O^2$, soit 2,17 et 2,26 H^2O^2 à $-12°$. MM. Is. Pierre et Puchot ont réussi à préparer cet hydrate défini, $HCl + 2H^2O^2$ à l'état de cristaux, fusibles à $-18°$ (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 46; 1876). J'ai fait récemment une nouvelle étude de cet hydrate, et j'en ai mesuré la chaleur de fusion. L'expérience n'est pas très-difficile, le corps pouvant demeurer à l'état de surfusion jusque vers $-22°$

et au delà. Il suffit dès lors de dissoudre dans une grande quantité d'eau l'hydrate chlorhydrique, pris, d'une part à l'état de cristaux, d'autre part à l'état liquide à une même température, telle que — 18°,5. La différence entre les deux quantités de chaleur dégagées fournit la chaleur de fusion. Je l'ai trouvée égale à — $2^{Cal},47$ pour $HCl + 2H^2O^2$ ($71^{gr},5$).

» 4. Ce nombre donne lieu à quelques remarques. Il diffère à peine de la chaleur de fusion de l'eau que le corps renferme, rapportée à la même température, soit — 2,54 (chaleur de fusion à zéro, diminuée, en valeur absolue, du produit de l'intervalle des températures par la différence entre les chaleurs spécifiques de l'eau liquide et de l'eau solide). Il résulte de là que la formation de l'hydrate solide au moyen de l'eau solide dégage la même quantité de chaleur que la formation du même hydrate liquide, au moyen de l'eau liquide. Une telle relation rappelle celle qui existe entre la chaleur de fusion de l'eau et celle du phosphate de soude hydraté, laquelle surpasse seulement la première d'un douzième à + 30°, d'après un calcul fondé sur les nombres de Person. Un calcul analogue montre même que la chaleur de fusion du chlorure de calcium, CaCl + 6HO, à 28°,5, soit — 4,46 (Person), est surpassée en valeur absolue par celle de l'eau que renferme le sel, soit — 5,06 à la même température. Ce sont là des relations dignes d'intérêt, mais qu'il ne faudrait pas trop généraliser.

» 5. J'avais espéré pouvoir déterminer la chaleur spécifique de l'hydrate liquide, $HCl + 2H^2O^2$, entre — 18° et + 12° : les nombres obtenus conduiraient à une chaleur spécifique très-voisine de l'unité (sous l'unité de poids). Mais cette valeur représente seulement une chaleur spécifique apparente, c'est-à-dire compliquée d'un phénomène de dissociation ; une partie du gaz combiné se dégage entre — 18° et + 12°, et la chaleur absorbée dans cette décomposition, est nécessairement comprise dans l'évaluation précédente.

» 6. La chaleur de formation de l'hydrate cristallisé peut être évaluée à l'aide des résultats précédents, combinés avec mes anciennes expériences. En effet, ces expériences [1] conduisent à exprimer la chaleur dégagée par la formation de l'hydrate liquide vers 15 degrés, soit :

$$HCl + 2H^2O^2 \text{ dégage } + 17,43 - 5,81 = + 11,62.$$

Pour l'évaluer à — 18 degrés, il faudrait connaître la chaleur spécifique de cet hydrate, ce qui n'a pu être fait. Si l'on admet, comme première ap-

---

[1] Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 473.

proximation, qu'elle est égale à la somme de celles des composants, il suffira d'ajouter au nombre ci-dessus la chaleur de fusion; ce qui donne, pour la formation de l'hydrate cristallisé :

$$HCl + 2H^2O^2 \text{ dégage } + 14,1.$$

» 7. J'ai cherché également à déterminer la cristallisation de l'hydrate d'acide iodhydrique. Celui-ci, dans l'état liquide, ne présente pas la même composition que ses congénères; car il converge seulement, d'après mes essais, vers la formule $HI + 3H^2O^2$ (trouvé 2,95; 3,00 H^2O^2). Refroidi jusqu'à $-30°$, il n'a pas cristallisé. Cependant l'existence d'un tel hydrate défini est rendu probable par cette circonstance que la proportion d'hydracide dissous ne change que très-peu et à la façon d'une dissolution gazeuse proprement dite, lorsqu'on abaisse la température de saturation. En tout cas, la formation de cet hydrate liquide dégage $+15^{Cal},6$.

» 8. En résumé, voici la liste des hydrates d'acide les plus simples, tels qu'on peut les connaître :

» 1° $HCl + H^2O^2$ répondrait à $S^2O^8H^2 + H^2O^2$ cristallisé et peut-être aussi à un sous-hydrate $KHO^2 + H^2O^2$; mais il n'a pas été isolé.

» 2° $HCl + 2H^2O^2$, liquide et cristallisé. Sa formation dégage : dans l'état liquide, $+11^C,6$; dans l'état solide, environ $+14,1$.

» $HBr + 2H^2O^2$, liquide et cristallisé. Sa formation dégage, dans l'état liquide : $+14,2$.

» Un tel hydrate paraît jouer un rôle essentiel dans la décomposition des sulfures de cuivre et de mercure, sulfures qui ne sont attaqués que par l'acide chlorhydrique au maximum de concentration. Il correspond avec l'hydrate $AzO^6H + 2H^2O^2$, révélé par divers caractères, composé dont la formation au moyen du gaz azotique, AzO^6H, et de l'eau liquide, $2H^2O^2$, dégage $+12,2$, c'est-à-dire un chiffre voisin des précédents. Rappelons encore l'hydrate $KHO^2 + 2H^2O^2$.

» Les hydrates qui renferment une proportion d'eau supérieure à $2H^2O^2$ ne sont connus que dans l'état liquide, leur point de fusion étant inférieur à $-35°$; comme le prouve la possibilité de former des mélanges réfrigérants au moyen de la neige et des hydrates plus concentrés.

» 3° $HI + 3H^2O^2$. Sa formation dans l'état liquide dégage : $+15^{Cal},6$.

» L'union de l'eau et des autres hydracides suivant les mêmes rapports dégage, pour HCl : $+13,6$; pour HBr : $+16,2$. Mais rien ne signale ici des corps définis.

» 4° $HBr + 4,5H^2O^2$, liquide, dégage : $+17,5$.

» $HI + 4,5H^2O^2$, liquide, dégage : + 17,0.

» *Une composition* voisine de celle-là est indiquée par les points saillants des courbes thermiques et par l'étude de la tension des hydracides dissous (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 488). Ils répondent aux hydrates cristallisés : $BaHO^2 + 9HO$; $SrHO^2 + 9HO$.

» 5° $HCl + 6,5H^2O^2$, liquide, dégage : + 14,0.

» Ce composé, signalé par l'étude des tensions de l'hydracide dissous et par divers autres caractères, répond à peu près à la limite vers laquelle se produit la précipitation des chlorures alcalins dissous par l'hydracide concentré, et à la limite vers laquelle se renverse la réaction de l'hydracide sur les sulfures d'antimoine et d'argent. Un hydrate pareil est signalé par la limite d'inversion des réactions de l'acide iodhydrique sur l'acide sulfureux gazeux, ou de l'hydrogène sulfuré sur le même hydracide mêlé d'iode. Certains signes indiquent aussi un hydrate azotique analogue (eau-forte des graveurs) : ce qui serait conforme d'ailleurs aux ressemblances si frappantes que les expériences thermiques manifestent entre les acides azotique et chlorhydrique.

» Ces hydrates divers jouent, comme je viens de le rappeler sommairement, un rôle capital dans la statique chimique des dissolutions. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les cassures qui traversent l'écorce terrestre, particulièrement celles qui sont connues sous les noms de* joints *et de* faille. Note de M. **Daubrée** [1] (suite).

Déductions des expériences, en ce qui concerne l'histoire des joints et des failles.

« Au point de vue de la mécanique moléculaire, la régularité géométrique qui apparaît dans les fractures produites par la torsion me paraît mériter l'attention. Mais je dois me borner ici à indiquer sommairement quelques déductions qu'on peut en tirer au point de vue de la Géologie et de la Mécanique terrestre.

» En dehors de toute hypothèse, la division d'une plaque par de nombreuses fissures rectilignes et parallèles, qui la partagent en une série de parallélépipèdes plus ou moins réguliers, telle qu'on l'a obtenue par l'expérience, me semble trouver une analogie immédiate dans le phénomène encore inexpliqué de l'origine des failles ; car rien n'empêche de supposer

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 77, séance du 14 janvier 1878.

que, sur de plus grandes dimensions, les actions mises en jeu dans ces expériences ne puissent donner des résultats semblables (¹).

» 1° Dans leurs traces horizontales, considérées à des niveaux différents, de même qu'à leurs affleurements, les failles présentent des configurations semblables à celles qui résultent des expériences précitées. Comme exemple, je rappellerai le massif de la Côte-d'Or, dans lequel les failles ont été relevées avec beaucoup de soin, tant en plan qu'en coupes verticales (²); celles de la Haute-Marne (³), celles qui sont figurées sur diverses feuilles de la carte géologique d'Angleterre, etc.

» Les caractères des failles ont été étudiés d'une manière beaucoup plus complète dans les filons métallifères, qui dérivent de leur remplissage, grâce aux nombreuses galeries qui les poursuivent en tous sens. On connaît les plans de nombreux champs de fractures, avec filons, tels que ceux de la Saxe (Freyberg, Schneeberg, etc.), du Harz, du Cornouailles, du Derbyshire, du Flintshire, de la Lozère, etc. Les affleurements représentés sur ces plans ressemblent, d'une manière incontestable, dans leur ensemble et même dans plusieurs de leurs particularités, aux fissures artificielles dont il vient d'être question. Ainsi les failles présentent souvent des surfaces gauches, de même que les fissures produites par torsion; de plus, on voit des groupes de failles et de filons présenter un parallélisme, non-seulement dans leurs affleurements, mais aussi dans leur plongement (⁴). C'est tout à fait la même ordonnance que montrent les fentes produites par torsion. De part et d'autre, c'est une tendance manifeste à la régularité et au parallélisme, avec des perturbations dont on comprend facilement les causes.

» 2° Outre les grandes failles qui peuvent être représentées sur des cartes et des coupes géologiques, il est d'innombrables petites failles qui leur sont juxtaposées et qui évidemment se sont produites dans les mêmes conditions.

(¹) Outre les expériences dont j'ai rendu compte, j'ai pu constater sur une glace de dimensions beaucoup plus grandes, ayant $1^m,80$ sur $0^m,70$, une disposition semblable, mais plus régulière encore; sur toute son étendue elle était coupée par deux systèmes conjugués de fentes nombreuses. Cette glace, qui s'était brisée d'elle-même, avait probablement subi, par suite du mouvement de sa monture, une déformation du même genre que celles dont on vient de voir les résultats.

(²) Par M. Guillebot de Nerville, en 1853.

(³) Par MM. Élie de Beaumont et de Chancourtois, en 1862.

(⁴) Filons des *Consols* en Cornouailles et ceux du district de Maria Adalbert à Przibram, etc. (*Annales des Mines*, 6ᵉ série, t. XV, *Pl. III*).

Ainsi, quand on perça, à travers les Vosges, le tunnel qui devait servir à y faire passer le canal et le chemin de fer, on rencontra, à l'est de Sarrebourg, des couches de grès bigarré qui sont littéralement *hachées* de fissures verticales ; ces fissures sont souvent à moins d'un mètre d'intervalle, de sorte que leur ensemble présente l'aspect d'une stratification verticale. Chacune de ces fissures produit un petit rejet, et offre souvent sur ses parois des surfaces frottées, parfois même émaillées; elles méritent donc le nom de *failles*. Ces petites failles se rattachent aux failles considérables qui sillonnent le grès des Vosges, et qui sont particulièrement caractérisées vers la limite orientale de la chaîne, où elles produisent des rejets de plusieurs centaines de mètres, au pied desquels se trouve la plaine d'Alsace ([1]). D'autres parties de la chaîne offrent des faits du même genre.

» Il en est exactement de même à proximité du massif de la Côte-d'Or, ainsi que le montrent également les tranchées faites pour le passage du chemin de fer, et particulièrement celles du tunnel de Blaizy ([2]); de toutes parts, on voit les couches coupées par une série de plans à peu près verticaux, très-rapprochés et comparables par leur fréquence et leur régularité avec les plans de stratification.

» Ces exemples suffisent pour faire comprendre en quoi consistent ces petites failles, qu'on pourrait qualifier de failles *secondaires* et qui font cortége aux grandes failles; les unes et les autres ont été formées dans des conditions semblables.

» Une association semblable ressort non moins clairement de l'étude des filons métallifères. Très-souvent aux filons métalliques sont juxtaposées des veines moindres qui leur sont parallèles, comme on le voit dans le département du Gard, et notamment dans le Rouvergue. Parmi les exemples sans nombre qu'il serait facile de citer, dans le Derbyshire et ailleurs, je rappellerai qu'en Cornouailles, comme l'ont observé La Bèche et M. Haughton, les filons principaux et les filons croiseurs sont en relation de parallélisme avec deux des systèmes de joints qui traversent le pays.

» Les transitions qui unissent les failles aux joints sont telles, qu'on peut être dans le doute sur le nom qu'il convient de donner à certaines fissures non accompagnées de rejet ([3]); d'autre part, de très-petites fissures sont parfois accompagnées d'un rejet fort visible; on peut le constater sur des

---

([1]) *Description géologique du Bas-Rhin*, p. 390; 1852.
([2]) Coupe publiée par M. l'ingénieur Ruelle.
([3]) Ce sont en quelque sorte les failles avortées.

échantillons de collection, par exemple sur le marbre dit ruiniforme de Florence.

» En résumé, des fissures extrêmement différentes par leur ordre de grandeur, depuis les grandes failles jusqu'aux joints, se montrent dans la nature, comme appartenant à une même famille, comme étant congénères.

» De même que les fissures naturelles, les fissures obtenues artificiellement présentent un parallélisme général, qui s'étend jusqu'aux moindres indices de fêlures, juxtaposées aux fissures principales. De part et d'autre, on observe souvent des groupes de fissures qui ont une tendance marquée au parallélisme, non-seulement pour leur affleurement, mais aussi pour leur plongement.

» La forte inclinaison que présentent les fissures artificielles sur la normale aux deux grandes faces de la plaque rend bien compte de l'écart quelquefois considérable que l'on trouve dans les failles par rapport à la verticalité.

» 3° Les joints qui traversent un même massif de roches sont très-souvent orientés parallèlement à trois, ou même quatre directions différentes. Ces systèmes multiples de joints ont été depuis longtemps observés par les ouvriers des ardoisières, qui avaient un grand intérêt à les reconnaître et qui, pour chaque direction, ont employé un nom spécial (1). Leur relation géométrique avec les couches et les feuillets a été relevée avec soin (2). D'autres exemples d'orientation régulière suivant plusieurs directions très-distinctes abondent; je me bornerai à renvoyer à ceux des environs de Cork, en Irlande, qui ont été très-bien décrits et figurés par M. Harkness (3).

» En général, on n'a pas admis, et M. Harkness lui-même est de cette opinion, que tous les systèmes de joints constituant ces réseaux pussent être contemporains. Cependant, en se reportant aux expériences précitées, on voit plusieurs systèmes de fractures orientées différemment, et qui sont produites simultanément par un seul effort. C'est ce qui peut souvent avoir eu lieu dans la nature.

» 4° Cette dernière conclusion paraît être aussi applicable à des failles ayant des orientations fort différentes : il peut y avoir eu également simul-

---

(1) Layerons, layes, côtes, biaises, etc.

(2) Exemples pour les Ardennes : SAUVAGE, *Statistique des Ardennes*. — DUMONT, *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénans* (p. 55 et suiv.). Les orientations des joints et des clivages sont relevés dans chaque carrière.

(3) *Quarterly Journal*, t. XV, p. 86.

tanéité dans l'ouverture de deux systèmes, lors même qu'ils seraient rectangulaires entre eux. Si l'on relève avec soin sur une carte les failles d'un pays, on aperçoit, dans certains cas, des réseaux à mailles régulières, que reproduisent complétement nos réseaux de fissures artificielles. C'est ainsi que des études récentes de M. Hull et de M. Hardmann ([1]) ont fait reconnaître dans la région basaltique de l'Irlande deux et trois systèmes de failles qui paraissent bien être dans ces conditions.

» Qu'il s'agisse de failles ou de joints, un système de fractures unique semble être assez rare dans la nature. A travers des failles ouvertes suivant une direction déterminée, on en trouve ordinairement aussi selon une autre direction. Ces différents systèmes de failles ou de joints, lorsqu'ils se sont produits simultanément, peuvent être qualifiés, aussi bien que nos fissures, de *conjugués*.

» La différence d'âge qui a été souvent admise, depuis Werner, pour des systèmes de filons métallifères appartenant à un même champ de fractures et présentant des orientations très-différentes, est réelle dans certains cas; mais, comme on vient de le voir, elle ne doit pas être générale. C'est dans le remplissage de fissures appartenant à des directions diverses que peut le plus ordinairement se reconnaître un ordre de succession.

» 5° Outre les joints, les ouvriers qui exploitent diverses natures de pierres remarquent que leur résistance est faible selon certaines directions qui restent constantes à travers des massifs étendus, lors même que ces massifs sont formés de roches différentes. Dans le granite, on désigne souvent sous le nom de *fil* ou de *grain* ([2]) ce *minimum* de cohésion qui équivaut à un véritable *clivage*. Il est particulièrement connu des ardoisiers, qui lui ont donné différents noms : tel est le *longrain* des environs de Fumay et de Rimogne (Ardennes), qu'on distingue très-bien des deux systèmes de joints naturels auxquels il est associé; comme ces derniers, le clivage est perpendiculaire aux feuillets, mais il en diffère souvent par la direction ([3]).

» Ces clivages de roches paraissent formés par la même cause que les

---

([1]) *Journal of the geological Society of Ireland*, t. IV, p. 239; 1877.

([2]) Dans les carrières de marbre de Caunes, les ouvriers distinguent également, outre un système de joint ou *lèves*, un plan de rupture nommé *jas* ou *sens* (Brard, *Minéralogie appliquée*).

([3]) Sauvage, *Géologie des Ardennes*. Les deux systèmes de joints naturels portent les noms de *nayes* et de *macrilles*.

joints, quoique moins apparents; ils ne méritent pas moins l'attention : ils en sont comme un diminutif et pourraient être qualifiés du nom de *joints virtuels*.

» Les plans de clivage que nous voyons naître à la suite de la torsion, au milieu des fissures, paraissent être les analogues de ces clivages naturels ([1]). Aux observations que j'ai faites antérieurement à leur sujet ([2]), j'ajouterai que les fissures *naissantes* qui correspondent à ces clivages présentent, sur leurs bords et surtout vers leurs extrémités, des indices de polarisation extrêmement nets et souvent très-énergiques.

» 6° Quand des phyllades sont coupés par des joints et par des clivages, ce qui est extrêmement fréquent, on reconnaît, en général, que ceux-ci et ceux-là sont postérieurs au développement de la schistosité. Cette postériorité s'explique; la masse pierreuse, qui était plastique lorsqu'elle a subi un écoulement qui lui a donné la structure schisteuse, devait être consolidée ou durcie lorsqu'elle s'est divisée en polyèdres.

» D'autres faits témoignent d'ailleurs également des pressions violentes que les roches schisteuses ont éprouvées, depuis qu'elles ont acquis leur feuilleté : tels sont les plissements de ces mêmes feuillets, et la déformation ou la rupture de certains cristaux qui y sont empâtés ([3]).

» 7° On a souvent cherché dans une direction de failles ou de joints la direction de la force qui les avait produits et avec laquelle on supposait celle-ci alignée. D'après les expériences qui précèdent, ce n'est pas dans cette direction unique, mais dans la disposition générale du réseau, dont le système de fissures fait partie, qu'il faut chercher des indices sur l'action mécanique, à laquelle les ruptures doivent être rapportées. C'est un résultat qu'a discerné avec perspicacité M. l'ingénieur des mines Potier, en étudiant les failles du bassin houiller du nord de la France; ainsi, dans les mines d'Auchy-au-Bois (Pas-de-Calais), les bissectrices des deux systèmes de failles font avec le méridien le même angle (de 50 degrés) que les affleurements dévoniens connus au sud du bassin.

([1]) Cela n'empêche pas d'ailleurs que, dans certains cas, des roches où la structure schisteuse n'est encore qu'à l'état rudimentaire puissent aussi avoir un *fil*, ainsi que je l'ai conclu de mes expériences sur la schistosité.

([2]) *Comptes rendus*, même volume, p. 82.

([3]) On ne saurait plus admettre la conséquence qu'a tirée de cette association M. Clarence King, dans un Mémoire étendu, savoir que les joints, comme la schistosité, sont dus à des actions polaires.

» Dans les expériences sur les plaques minces, ce sont aussi les bissectrices des lignes de fracture qui donnent, l'une la ligne neutre, l'autre la direction du plan dans lequel les glissements se produisent par la torsion.

» 8° Non-seulement des fractures, sous forme de joints, se rencontrent de toutes parts dans les parties où l'écorce terrestre a été notablement déformée, mais elles se montrent aussi, avec des caractères identiques, dans des corps extra-terrestres. Aucune météorite n'en présente un exemple plus caractérisé que le fer météorique de Sainte-Catherine, avec le craquelé qui s'y est produit suivant trois systèmes de plans, à peu près rectangulaires entre eux (²), et avec la magnétite cristallisée, qui s'est déposée dans ces innombrables fissures et qui les rend encore plus apparentes sur une surface polie.

» 9° Les joints, dont nous venons de faire l'étude expérimentale, doivent être distingués des joints de *retrait* ou de contraction, tels que ceux des prismes basaltiques; car ils ont une tout autre cause. Au lieu des mots *expansion* et *tension* qui leur ont été récemment appliqués (¹), pour caractériser leur origine, celui de *glissement* me paraît mieux leur convenir, et je les désignerai d'une manière générale sous le nom de *joints de glissement*, qui rappelle le mouvement moléculaire auquel ils doivent naissance : les joints dus à la torsion n'en sont qu'un cas particulier.

» J'examinerai prochainement les dénivellations des failles et quelques faits généraux qui se rattachent également aux expériences précitées. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans la phosphorescence et la fluorescence.* Note de M. FAVÉ.

« L'action réciproque des vibrations de la matière et des ondes de l'éther permet d'expliquer les phénomènes de la phosphorescence et de la fluorescence. On a donné le nom de *phosphorescence* à la production d'une lumière faible, visible dans l'obscurité; mais il y a deux cas à distinguer : dans l'un, la production de lumière est accompagnée d'un changement d'état du corps, et le fait se rattache à la Chimie, dont je ne parlerai point en ce moment; dans l'autre, la phosphorescence est un fait purement physique, et je vais l'examiner immédiatement.

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXIV, p. 482 et 1503; t. LXXXV, p. 1255.

(²) NAUMANN, *Lehrbuch der Geognosie*, t. III, p. 509.

» Un diamant qui a été exposé à la lumière luit après cela pendant un certain temps dans l'obscurité. Comment expliquer cette propriété? Le diamant a des vibrations constitutives synchrones avec des ondes de la lumière qui l'ont frappé. Ces ondes, ayant augmenté l'amplitude des vibrations, leur ont fait acquérir une force vive suffisante pour produire impression sur la rétine quand l'œil est abrité contre toutes les autres ondes lumineuses. Si la phosphorescence du diamant diminue graduellement et cesse tout à fait après quelque temps, c'est que le surcroît d'amplitude acquis par ses vibrations disparaît, par suite de la force vive communiquée à l'éther.

» M. Edmond Becquerel, dans ses importants travaux sur la phosphorescence et la fluorescence, a fait voir que la propriété constatée depuis longtemps pour le diamant s'étend à presque tous les corps. Un très-grand nombre de matières minérales et organiques ont été rendues phosphorescentes dans l'obscurité, après avoir été exposées pendant un temps convenable à la lumière solaire, à la lumière diffuse ou à la lumière d'une source convenable pour l'effet à obtenir. La lumière électrique convient mieux à un certain nombre de corps que la lumière solaire; elle rend la phosphorescence plus vive et plus durable. En enfermant les matières à éprouver dans les tubes de Geissler, pour y faire passer la décharge d'une machine de Ruhmkorff, et en ouvrant les yeux immédiatement après, on a constaté que la propriété de luire dans l'obscurité est presque générale, quoique, pour un grand nombre de corps, l'effet n'ait qu'une durée extrêmement courte.

» La phosphorescence fait voir des teintes différentes de celles qu'on voit à la lumière du jour. Sans doute l'œil est habitué à distinguer dans les ondes de la même longueur l'intensité avec laquelle elles lui arrivent, mais déjà les ondes phosphorescentes ont moins d'intensité que toutes celles du jour; en outre, une autre cause pour que la phosphorescence donne des impressions particulières, surtout quand elle est excitée par la lumière électrique, provient de ce qu'elle a des ondes plus courtes que celles de la lumière solaire. L'œil voit des teintes où entrent des ondes ultra-lumineuses du spectre.

» La phosphorescence est produite aussi, sans intervention d'aucune lumière, en frottant des morceaux de quartz l'un contre l'autre, en broyant du sucre, de la craie ou du chlorure de calcium, en clivant du mica. Dans ces circonstances, le travail de l'homme intervient pour augmenter la force vive des vibrations préexistantes, plus encore vraisemblablement que pour

en produire de nouvelles, et les vibrations propagent alors dans l'éther des ondes d'une intensité capable d'impressionner l'œil, surtout si cet organe est momentanément soustrait à l'action des ondes qui agissent habituellement sur lui.

» Le phosphore peut luire dans l'obscurité indépendamment de tout phénomène chimique, car il luit dans le vide, dans l'azote et dans l'hydrogène. La lumière que perçoit l'œil est due alors, sans aucun doute, aux vibrations du phosphore, qui propagent dans l'éther des ondes capables d'impressionner l'organe de la vue. Cette lumière cesse d'être visible quand la vapeur du phosphore est parvenue à une certaine densité; cela donne un premier exemple d'une vapeur absorbant à la température ambiante les ondes engendrées par les vibrations du même corps à l'état solide.

» Le phosphore perd sa phosphorescence dans plusieurs gaz; cela provient sans doute de ce que ces gaz ont des vibrations en concordance avec celles qui donnent ici l'effet de phosphorescence. Les ondes provenant des vibrations du phosphore servent à augmenter la force vive des vibrations du gaz et ne conservent pas l'intensité nécessaire pour impressionner l'œil. Si l'azote fait au contraire luire cette phosphorescence, c'est ou bien parce qu'il ne perd rien de sa force vive, toutes ses vibrations étant sans concordance avec celles qui font naître la lueur, ou bien au contraire parce qu'il acquiert lui-même la propriété phosphorescente. Les insectes qui luisent dans l'obscurité peuvent être phosphorescents, soit par une action physique, soit par une action chimique, comme celle du phosphore brûlant lentement dans l'air, ou bien comme celle de la décomposition de certaines matières organiques, par exemple des bois morts. Je dirai, sans aborder encore la question des compositions chimiques, que les vibrations de la matière peuvent être invoquées aussi dans ce cas comme cause de cette phosphorescence, qui ne diffère point de l'autre par ses effets.

» L'explication qui vient d'être donnée de la phosphorescence purement physique montre qu'on peut s'en servir pour déterminer la nature des vibrations constitutives des corps phosphorescents. Ainsi l'on peut utiliser à cet effet les expériences exécutées par M. Edmond Becquerel sur les sulfures de calcium, de baryum et de strontium. Après avoir collé sur une bande de papier une couche épaisse d'un des trois sulfures, il a fait agir sur lui la lumière solaire décomposée par le prisme, et il a observé l'action exercée en particulier par chacun des rayons, c'est-à-dire par chaque onde de longueur déterminée. En opérant ainsi, on distingue, sur la bande, des lueurs de diverses teintes, qui se montrent à des endroits particuliers du

spectre, entrecoupées par des parties obscures plus ou moins larges. Les lignes obscures de la bande correspondent, partie aux raies obscures du spectre, et partie, soit aux ondes du spectre solaire, qui sont absorbées et affaiblies par les vibrations isochrones du sulfure, soit aux ondes du spectre qui ne rencontrent point de vibration concordante. Les trois sulfures s'illuminent par places sous l'influence du spectre et la phosphorescence continue longtemps après que l'insolation a cessé. Les teintes varient naturellement d'un sulfure à l'autre, et aussi sur les différentes parties d'une même bande. La phosphorescence a lieu dans ces trois sulfures par l'effet des ondes ultra-lumineuses voisines du violet. Quand on analyse une lueur de cette sorte, on y découvre, outre l'onde ultra-lumineuse qu'on attendait, d'autres ondes de plus grande longueur appartenant au spectre lumineux; jamais on n'y a vu d'onde plus courte que l'onde d'origine. L'onde solaire qui a produit sur ce point la phosphorescence, en augmentant la force vive de la vibration synchrone, a pu renforcer par concordance celles des ondes lumineuses à l'état diffus, dont les longueurs étaient dans un rapport simple avec la sienne. Telle est, du moins, une explication que l'on peut tenter de ce fait remarquable, sans recourir à l'hypothèse de la transformation des vibrations.

» Un autre fait, qui a de l'analogie avec le précédent, paraît se prêter à une autre explication. Si l'on fait tomber sur une plaque métallique noircie des rayons lumineux voisins de la raie D qui correspond au jaune, la plaque noircie absorbe les ondes, s'échauffe et émet des ondes calorifiques qui continuent à se produire après que les ondes lumineuses ont cessé d'agir. La plaque n'émet donc pas les ondes du jaune qu'elle a reçues, mais des ondes plus longues, qui semblent avoir été engendrées, mais qui pouvaient exister dans la plaque et se trouver en concordance avec les ondes du jaune.

» Pour que la teinte d'une phosphorescence varie, il n'est pas nécessaire que ses ondes changent de longueur, il suffit que leurs intensités ne conservent pas exactement les mêmes rapports. Cette réflexion peut aider à l'explication de faits surprenants qui ont été constatés par M. Edmond Becquerel. Les teintes que donne le sulfure de calcium par phosphorescence dépendent de la provenance du carbonate de soude employé pour le préparer. Ce fait n'est pas seul du même genre.

» On prend un des sulfures de calcium, de baryum, de strontium, qui, conservé pendant longtemps à l'abri de la lumière dans un tube opaque et noirci, n'a plus aucune phosphorescence; on le chauffe et il émet de la lumière phosphorescente pendant quelques minutes, mais après cela il n'a

plus la propriété de luire par échauffement. Le sulfure recouvre la phosphorescence par insolation, la perd de nouveau dans l'obscurité quand il y reste pendant plusieurs jours et la recouvre pour quelques instants quand on le chauffe. Cela se comprend en admettant que, parmi les vibrations du sulfure qui produisent la phosphorescence, il y en a qui se lient à des vibrations de plus longue durée. C'est un mouvement combiné bien connu dans les vibrations sonores.

» Quand on chauffe une matière capable de donner une lumière blanche, la chaux, la magnésie ou le platine, les ondes visibles qui commencent vers 500 degrés donnent la couleur rouge; puis le spectre lumineux obtenu par réfraction s'allonge à mesure que la température augmente. Pour un fil de platine, le rouge apparaît à 525 degrés, et le spectre s'étend, à 1166 degrés, jusqu'à la limite du violet, visible. L'intensité de la chaleur est alors seize fois ce qu'elle était à 550 degrés. Les ondes de la lumière rouge ont dû, comme on voit, acquérir une grande intensité avant que les ondes du violet fussent en état d'affecter la rétine. Les vibrations rapides semblent ici se produire comme les harmoniques des vibrations plus lentes.

» Il suffit, comme on l'a dit, qu'il y ait dans un corps phosphorescent des vibrations qui varient d'intensité plus que les autres pour que la teinte change. Le sulfure de strontium présente cet effet d'une manière frappante; sa couleur passe du violet, quand il a la température de — 20 degrés, au bleu, au vert, au jaune, pour arriver à l'orangé quand la température s'élève à 200 degrés.

» La fluorescence, qui a beaucoup d'analogie avec la phosphorescence dans ses effets comme dans leur cause en diffère pourtant sur un point qui doit fixer l'attention. Un cristal de fluorine transparente recevant normalement un faisceau solaire est traversé par la lumière qui n'en éprouve aucun affaiblissement apparent; pourtant, si l'on place l'œil dans le prolongement de la face d'incidence, on voit que la couche du cristal, vivement éclairée, émet une lumière dont la teinte change d'un échantillon à l'autre. L'effet de la fluorescence n'est pas borné à la surface du cristal : il s'étend sur une certaine profondeur avec une décroissance marquée. Nous dirons qu'ici, dans la fluorescence, les vibrations en concordance avec les ondes lumineuses ou ultra-lumineuses du spectre solaire ont acquis une intensité suffisante pour produire la sensation. Les vibrations de la surface communiquent un peu de leur force vive à une seconde couche qui devient

fluorescente et ainsi de suite de proche en proche. La fluorescence éprouve à l'intérieur un décroissement provenant de ce que chaque couche dépense au profit de l'éther une partie de la force vive qu'elle a reçue. Si cette explication est fondée, la profondeur de la fluorescence pourra être augmentée en renforçant les ondes auxquelles le phénomène est dû.

» En projetant le spectre solaire sur une matière douée de fluorescence, on voit les raies du spectre tracer des lignes sombres d'une certaine profondeur, ce qui vient à l'appui de l'explication donnée. La profondeur qui luit varie pour des vibrations différentes, ce qui se comprend encore aisément.

» Parmi les renseignements que la phosphorescence et la fluorescence ont fournis sur les vibrations constitutives d'un certain nombre de corps, il en est plusieurs d'une importance exceptionnelle. L'azotate d'urane donne dans sa phosphorescence huit raies brillantes qui correspondent chacune à une raie d'absorption; ainsi, si l'on fait passer un spectre à travers ce sel, sa substance absorbe, à la température ambiante, les ondes qu'il émet par phosphorescence. En confirmant notre théorie, ce fait mérite l'attention qu'il a excitée comme un indice de l'extension aux corps solides de la loi de M. Kirchhoff relative aux gaz. On a commencé aussi à constater de la même manière des caractères communs à des composés d'une même base, notamment à ceux de l'alumine et de l'urane; je réunirai plus tard ces faits à ceux qui intéressent particulièrement les combinaisons chimiques.

» M. Tyndall a constaté l'absorption par l'acide bromique liquide des ondes lumineuses qui donnent à sa vapeur très-raréfiée un éclat éblouissant, et il en a conclu que les vibrations de l'acide liquide sont isochrones avec celles de l'acide gazeux. De plus il a vu là une preuve que c'est dans les atomes constituants de la molécule et non pas dans la molécule qu'est le siége de l'absorption, c'est-à-dire le mouvement vibratoire.

» Le sulfure de carbone, qui est incolore, étant renfermé dans un tube et soumis à l'action de la lumière du soleil polarisée, s'illumine, sur toute la longueur du tube et dans toutes les directions, d'une teinte blanche légèrement bleuâtre. La lumière du rouge polarisée produit dans le sulfure de carbone une fluorescence rouge et toute lumière simple polarisée y produit de même une fluorescence de sa couleur.

» M. Lallemand en a conclu avec raison que le liquide vibre à l'unisson de tous les rayons lumineux du spectre. Parmi les ondes ultra-lumineuses qui viennent le frapper, les unes ne produisent aucun effet visible, les autres donnent lieu à la fluorescence. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Vibrations transversales des liquides.* Note de M. **P. Dubois.**

(Commissaires : MM. Bertrand, Faye, Jamin, Resal.)

« J'ai été conduit aux expériences dont je désire entretenir l'Académie par la pensée de substituer, pour l'étude expérimentale des vibrations des corps solides, au sable dont on se sert d'habitude, un liquide quelconque, l'eau par exemple. A cet effet, je pris un diapason, j'en mouillai l'une des branches et je la fis vibrer; aussitôt, le liquide se disposa en un quadrillage très-serré et parfaitement régulier. Peu à peu, la vibration s'affaiblissant, la division ne subsista plus que dans le sens perpendiculaire au grand côté du diapason, et finalement s'éteignit.

» Je délayai alors du vermillon dans l'eau et je recommençai l'expérience. Je vis le vermillon se déposer dans les sillons du liquide et marquer ainsi sur les branches du diapason la trace du phénomène. Quand la vibration cessait, des stries équidistantes restaient inscrites sur la branche et devenaient ainsi susceptibles de mesures. Je reproduisis le phénomène avec des diapasons vibrant électriquement, et je pus constater la différence d'écartement des stries pour ces diapasons différents. Enfin, en opérant avec des diapasons d'abord, puis avec des tuyaux sonores et des plaques vibrantes, je fus conduit aux deux lois suivantes, qui font le principal objet de cette Communication :

» 1° Deux sons produits par des instruments différents donnent le même écartement des stries, si ces deux sons ont même hauteur.

» 2° Deux sons de hauteurs différentes donnent des stries inversement proportionnelles aux nombres de vibrations des sons considérés.

» J'ai décrit plus haut le mode d'expérimentation que j'ai employé avec des diapasons; voici maintenant celui dont je me suis servi avec des tuyaux ouverts à l'une des extrémités. Le tuyau étant placé sur une soufflerie, je fixais par de la cire, à la partie ouverte, une petite bande de papier portant la liqueur chargée de vermillon; la vibration de l'air produisait immédiatement les stries. En répétant l'expérience à l'aide de tuyaux différents, je pus constater la deuxième loi avec une assez grande précision. J'ai vérifié la première en mesurant les écartements de deux sons, l'un donné par un diapason et grave, l'autre par un tuyau sonore et à l'octave aigu du premier. Le rapport de ces écartements était exactement $\frac{1}{2}$.

» Quant à la seconde loi, l'une des expériences qui m'a le plus donné foi dans son exactitude est la suivante : ayant adapté à la soufflerie un tuyau sonore de son fondamental assez grave, je constatai les divisions équidistantes; puis, en activant le jet d'air et produisant l'octave, je vis les premières divisions rester fixes; seulement, dans l'intervalle qui séparait deux d'entre elles, il vint s'en interposer une troisième, équidistante des deux premières.

» Lorsqu'on revenait à l'octave grave, les raies intermédiaires disparaissaient [1].

» Quant à l'explication de ces phénomènes, elle réside, je crois, dans l'existence de vibrations transversales du liquide, vibrations dont la longueur d'onde varie avec le son que l'on produit et dont les effets décrits plus haut marquent les nœuds de vibration.

» Dès lors, les distances des nœuds représentent la demi-longueur des ondes pour le son du diapason ou du tuyau sonore. Il est évident qu'elles sont inversement proportionnelles au nombre des vibrations. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur quelques-uns des résultats obtenus dans le traitement des vignes phylloxérées.* Lettre de M. **P. Boiteau**, délégué de l'Académie, à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Avant de parler des traitements du Phylloxera de la vigne, je dois relever une erreur qui m'a été signalée par M. Lichtenstein, et qui se rapporte à ma Note du 8 décembre dernier sur le *Phylloxera quercûs*. C'est en me basant sur les caractères donnés au genre Phylloxera par M. Boyer de Fonscolombe (trois articles distincts *au moins* aux antennes), et sur ceux donnés par M. Lichtenstein (le Phylloxera ailé pond des pupes et non des œufs) que j'avais confondu un insecte ailé du genre *Vaccuna* avec les insectes ailés du genre *Phylloxera*, qui ne seraient jamais pourvus que de

---

(1) Mes premières expériences avaient été exécutées avec une installation assez imparfaite, telle que j'avais pu la réaliser moi-même. M. Jamin, en m'ouvrant les portes de son laboratoire de la Sorbonne, m'a donné les moyens de les répéter, avec des conditions de précision qui m'ont fait considérer comme certains les résultats que je n'avais fait d'abord qu'entrevoir.

trois articles aux antennes. La question reste donc entière et ma Communication sans valeur.

» Les expériences, faites pendant le courant de l'année qui vient de s'écouler, sur les traitements des vignes phylloxérées, nous ont démontré la valeur des méthodes, mais elles nous ont appris aussi que l'application avait quelquefois laissé à désirer.

» Les vignes traitées par le sulfure de carbone ont été débarrassées des insectes proportionnellement aux surfaces empoisonnées. Le rayon d'action du sulfure de carbone étant limité à 30 ou 35 centimètres, tous les insectes qui se trouvaient en dehors de cette zone ont été épargnés. L'application de cet insecticide ne devra pas se faire à l'avenir par cep, mais bien par surface carrée. L'action du sulfure de carbone, qui ne s'étend pas au delà de 35 centimètres de rayon, quand il n'y a qu'un seul foyer d'émission, agit sur la surface du carré circonscrivant la circonférence quand plusieurs sont en présence; de sorte que, dans la pratique, il faut au moins deux foyers d'émission par mètre carré, ce qui les rapporte à 70 centimètres environ les uns des autres, et cela en tous sens.

» La dose nécessaire est toujours de 10 grammes pour chaque foyer; les doses moindres donnent des résultats incomplets, et les doses supérieures n'ajoutent rien à la destruction. Les opérations doivent se faire par des temps humides, du mois de novembre au mois de mars.

» Les ceps traités l'hiver dernier ont fourni un chevelu abondant et peu atteint dans beaucoup de circonstances. Les effets ne se manifestent d'une manière sensible qu'aux mois de juillet et août.

» La réinvasion provient des portions de racines non débarrassées soit latéralement, soit superficiellement, et aussi des insectes logés sur la partie du cep qui se trouve à fleur de terre, quelquefois à quelques centimètres au-dessus. Les insectes qui se trouvent sur les racines superficielles sont souvent épargnés, parce que le sulfure de carbone, lorsqu'il arrive dans les couches supérieures du sol, s'échappe très-rapidement ou se trouve mélangé à de l'air qui se renouvelle facilement. Ceux qui sont fixés sur la partie inférieure de la souche ne souffrent nullement des émanations souterraines; mais leur destruction peut s'opérer à l'aide du liquide servant au badigeonnage.

» D'après ces indications, voici comment il faut opérer : dans les vignes plantées en carrés ou en quinconces, celles qui sont à des distances de $1^{m},40$ et au-dessous devront recevoir une injection à chaque cep et une injection dans le milieu de l'intervalle qui les sépare dans le sens des lignes;

dans le milieu des interlignes, on fera les injections en se basant sur celles qui ont été faites sur les lignes, de manière à les mettre en même nombre et en regard ou en les alternant. Dans les vignes qui sont à des distances de $1^m,40$ à $2^m,10$, on fera une injection au pied et deux injections au lieu d'une dans les intervalles soit des lignes, soit des rangs.

» En opérant de cette façon, on est certain d'empoisonner tout le cube de terre renfermant le système radiculaire. Dans les vignes avec cultures intercalaires, il faut faire deux rangs d'injections en dehors de la ligne des ceps.

» Les meilleurs instruments pour opérer l'application du sulfure de carbone sont ceux qui le déposent, sans le pulvériser, dans une chambre laissée au fond des trous. Le bouchage des trous doit se faire immédiatement et être aussi hermétique que possible.

» Une opération ainsi faite détruira, d'une manière presque complète, les insectes situés sur le système radiculaire profond. Ceux qui habitent le collet et la partie inférieure de la tige devront être empoisonnés, par les préparations servant au badigeonnage, lors de cette opération pour la destruction des œufs d'hiver. Pour atteindre ceux des racines tout à fait superficielles, il faudrait procéder par arrosage avec un liquide insecticide, le sulfocarbonate de potassium par exemple.

» Ces trois moyens combinés doivent laisser subsister bien peu d'insectes hypogés.

» Les badigeonnages pour la destruction de l'œuf d'hiver doivent s'opérer à l'époque que nous avons indiquée l'année dernière, c'est-à-dire en février et mars.

» Voici notre dernière formule pour la préparation de la solution mère :

Huile lourde de coaltar	2	parties.
Eau	2	»
Carbonate de soude	1	»

» Mélanger le tout et faire bouillir à très-petit feu pendant une heure. Cette solution mère, qui se trouve au $\frac{40}{100}$ d'huile lourde, doit être étendue au moment de l'application de neuf fois son poids ou son volume d'eau, ce qui la réduit au $\frac{1}{25}$ d'huile lourde. Toutes les fois qu'on veut prendre de la solution mère, il faut avoir soin de l'agiter. Après l'avoir mélangée à l'eau destinée à l'étendre, il faut battre fortement le tout, afin de diviser le plus possible les molécules huileuses.

» L'application se fait à l'aide d'un pinceau ou d'un appareil à projection.

» Les bourgeons peuvent être mouillés par cette préparation sans aucun danger et l'injection des ceps n'est plus à craindre si elle est agitée très-fréquemment. »

M. C. Cassius adresse une Note relative à l'emploi d'un composé de gélatine et de sulfocarbonate d'ammoniaque, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Penet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur les surfaces et lignes topographiques.

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau.)

M. Cummings adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Steimbrugger, M. Pierre adressent des Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

L'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres ayant demandé qu'un Membre de l'Académie des Sciences soit adjoint à la Commission qu'elle a chargée de juger le Concours pour le prix Fould, M. J. Cloquet est désigné pour faire partie de cette Commission.

CORRESPONDANCE.

La Société des Arts et Sciences de Batavia informe l'Académie qu'elle célébrera, le 24 avril 1878, son premier centenaire.

MM. E. Laguerre, A. Cornu, L. Troost, Hétet, Gaugain, H. Duret, Oré, A. Houzeau, C. Bertrand, Parrot, C. Dareste, A. Manouvrier, L. Quélet, Dislere, Picot adressent des remercîments pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. Dumas fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom de l'éditeur, M. *Gauthier-Villars*, d'une seconde édition de ses « Leçons sur la Philosophie chimique, professées en 1836, au Collége de France ».

Ces Leçons avaient été rédigées à cette époque et publiées par M. Bineau, devenu plus tard professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. La première

édition étant épuisée depuis longtemps, l'éditeur a été autorisé par M. Dumas à en faire paraître une seconde édition, avec la condition expresse que rien ne serait changé à la rédaction primitive.

M. J. **Bertrand** informe l'Académie qu'il vient de recevoir, de notre illustre Associé étranger, M. *W. Thomson*, les épreuves de quelques feuilles d'une seconde édition de son ouvrage sur la *Philosophie naturelle*.

Les physiciens et les mathématiciens seront heureux d'apprendre qu'ils pourront posséder bientôt une édition nouvelle de cet ouvrage, dont la publication avait eu un si grand retentissement dans le monde scientifique.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Toulouse;* par M. **Perrotin**. (Extrait d'une Lettre de M. Tisserand à M. Yvon Villarceau.)

« Le 29 janvier, M. Perrotin a rencontré une planète ayant pour position approchée, à 10 heures, temps moyen de Toulouse :

Ascension droite. $8^h43^m13^s$ Déclinaison..... $+18^\circ19'$ 12e grandeur.

» Le mauvais état du ciel n'a pas permis de faire des mesures précises dans la soirée du 30 janvier.

» D'une observation du 3 février, transmise par M. Tisserand, on déduit les mouvements diurnes :

En ascension droite.. -59^s En déclinaison...... $+3',4$

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Marseille;* par M. **Cottenot**. (Extrait d'une Lettre de M. Stephan à M. Yvon Villarceau.)

1878.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observ.
Fév. 2...	$13^h2^m24^s$	$10^h2^m28^s,66$	$78^\circ51'22''$	$-\bar{2},181$	0,6749	Cottenot.

Position moyenne de l'étoile de comparaison, pour 1878,0 :

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
1319 Weisse (A. C.), H. IX...	$10^h2^m48^s,63$	$78^\circ43'6'',4$	Cat. W.

» La planète est de 10e grandeur, son mouvement diurne approché en distance polaire est de $-9'$. »

MÉCANIQUE GÉNÉRALE. — M. **Yvon Villarceau**, en présentant à l'Académie, de la part de M. *Cerruti Valentino*, ingénieur et professeur à l'Université de Rome, un Mémoire extrait des *Comptes rendus de l'Académie des*

Sciences physiques et mathématiques de Naples, donne lecture des passages suivants de lettres qu'il a reçues de cet ingénieur :

« 16 *janvier*. — La lecture de la Communication de M. Gilbert sur un théorème qui vous est dû, insérée dans les *Comptes rendus* des 31 décembre et 7 janvier dernier, m'a rappelé que peut-être ses résultats coïncident avec ceux que j'avais obtenus. »

« 27 *janvier*. — Je regrette infiniment de n'avoir pas su, lors de la publication de mon Mémoire, apprécier d'une manière convenable ce qu'on vous doit dans cette question; mais je réparerai ma faute, dans une Note que j'espère présenter prochainement à l'Académie des Lincei. »

» M. Yvon Villarceau a constaté, en effet, plusieurs points de ressemblance entre les propositions obtenues par MM. Gilbert et Cerruti; il croit néanmoins devoir signaler, en ce qui concerne le Mémoire de M. Cerruti, l'introduction de nouvelles combinaisons analytiques ayant quelques analogies avec les moments des forces et les moments d'inertie, puis la transformation du nouveau théorème pour le cas des axes mobiles.

» M. Cerruti joint au précédent Mémoire deux autres Mémoires intitulés : 1° *Sur les petites oscillations d'un corps rigide entièrement libre;* 2° *Considérations sur les chaleurs spécifiques*, en annonçant qu'il donnera prochainement suite à ces recherches.

M. **Yvon Villarceau**, en présentant à l'Académie un travail de M. *J. Lemoyne* (¹), professeur au lycée royal de Gênes, communique l'extrait suivant d'une Lettre qu'il a reçue de ce savant :

« J'ai lu, dans les *Comptes rendus*, les remarques que M. Gilbert fait sur votre théorème. Moi aussi, en l'étudiant, frappé des conséquences qu'on pouvait en déduire, j'ai fait quelques observations.... qui pourraient trouver place dans un travail d'ensemble concernant ce théorème. »

MÉCANIQUE. — *Notes sur quelques conséquences du théorème de M.* Villarceau. Note de M. **J. Lemoyne**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« **1.** Si plusieurs points se meuvent, divisés en groupes partiels, sur des surfaces sphériques ayant le même centre, en désignant par $P_1, P_2, P_3, \ldots$ la réaction de la surface pour les points $m_1, m_2, m_3, \ldots$ placés sur la sphère qui a R pour rayon, par $P'_1, P'_2, P'_3, \ldots$ la réaction de la surface pour les points $m'_1, m'_2, m'_3, \ldots$ placés sur la sphère de rayon $R', \ldots$, et par X, Y, Z les composantes, suivant les axes, des forces actives et des forces passives qui

(¹) Voir même page.

provienneut de liaisons possibles d'autre nature, l'origine des coordonnées étant d'ailleurs au centre commun des surfaces sphériques, le théorème de M. Villarceau prend la forme

$$\Sigma m v^2 = - R \Sigma P - R' \Sigma P' - R'' \Sigma P'' - \ldots - \Sigma (Xx + Yy + Zz).$$

S'il existe donc une fonction des forces *ne contenant pas le temps explicitement*, et si les forces passives provenant de liaisons d'autre nature n'existent pas, ou si simplement s'annule la portion du terme $\Sigma (Xx + Yy + Zz)$ relative à ces forces, la somme

$$R \Sigma P + R' \Sigma P' + R'' \Sigma P'' + \ldots$$

dépendra seulement des coordonnées des points.

» Ce cas aura donc lieu si les points se meuvent sous l'action unique de forces attractives ou répulsives. Le cas plus simple possible est celui du pendule.

» 2. Considérons un système de points qui se meuvent sous la simple action de forces mutuelles attractives, sans autres liaisons que ces mêmes attractions mutuelles, et la fonction V des forces qui existe d'après l'hypothèse qu'elle soit une fonction homogène du $n^{\text{ième}}$ degré.

» En référant les points du système à des axes parallèles aux premiers, menés par le centre de gravité du système, en désignant par W la force vive du système par rapport aux axes nouveaux, ou *la force vive relative*, par ω le rayon vecteur du point (x, y, z) tiré du centre de gravité qui se meut uniformément, le théorème de M. Villarceau se transforme aisément dans l'équation

$$\frac{1}{2} \frac{d^2}{dt^2} \Sigma m \omega^2 = W + n V.$$

» Or, si le système est supposé stationnaire, et si la loi d'attraction est la newtonienne $(n = -1)$, la somme $\Sigma m \omega^2$ prenant successivement des valeurs maxima et minima, la différence $W - V$ entre la force vive relative et le potentiel change de signe chaque fois en vertu de l'équation précédente.

» Donc le théorème dont il s'agit contient aussi cette conséquence que, dans un système stationnaire de points en mouvement sous l'action de l'attraction newtonienne, tel que le système solaire, la force vive relative oscille continuellement autour de la valeur du potentiel; ce qui a été démontré autrement par Jacobi ([1]). »

([1]) *Vorlesungen über Dynamik*, leçon 4e.

ASTRONOMIE. — *Sur l'emploi des méthodes graphiques pour la prédiction des occultations ou éclipses.* Note de M. **Hatt**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 24 décembre 1877, M. Tissot a montré que l'usage des constructions graphiques pour prédire les occultations ou éclipses était fort ancien.

» Je ne m'occuperai donc que des perfectionnements que cette méthode a pu recevoir, tant au point de vue de l'exposition qu'à celui des applications pratiques.

» A ce double point de vue, la première partie de l'ouvrage publié en 1860 par M. Bach, sous le titre : *Calcul des éclipses de Soleil par la méthode des projections*, me semble réunir toutes les conditions de clarté et de simplicité désirables: Les constructions que M. Lœwy a présentées à l'Académie, le 3 décembre 1877, de la part de M. Baills, sont presque textuellement celles qu'a adoptées M. Bach, il y a dix-huit ans. Quelques différences très-légères, que l'on pourra relever, sont plus apparentes que réelles et ne peuvent, en aucune façon, s'interpréter dans le sens d'un perfectionnement. M. Bach s'est occupé uniquement des éclipses de Soleil; mais il est de toute évidence que ce problème comprend, comme cas plus simple, celui des occultations d'étoiles par la Lune. M. Bach, pour déterminer graphiquement toutes les circonstances du phénomène, a immobilisé le Soleil, en reportant sur la Lune tout le mouvement relatif des deux astres; M. Baills a immobilisé la Lune par rapport à l'étoile, ce qui revient à un simple changement de signe. En présence de deux procédés presque identiques, la question de priorité n'est pas douteuse.

» Il semble, aussi, presque inutile de revendiquer, en faveur du procédé de M. Bach, les qualités pratiques que M. Lœwy a bien voulu accorder à celui de M. Baills; si j'en parle, c'est pour montrer que l'auteur s'est préoccupé de ce côté particulier de la question, et qu'il a donné, dans son ouvrage, plusieurs exemples d'application de ses méthodes, en indiquant spécialement le degré d'approximation sur lequel il croit pouvoir compter.

» Le procédé de M. Bach est, du reste, connu et employé depuis plus de dix ans, au Dépôt de la Marine, par les ingénieurs et officiers faisant partie de cet établissement; je m'en suis servi, à l'occasion, pour prédire des éclipses de Soleil, et d'une manière courante, pour me préparer aux

observations d'occultations d'étoiles par la Lune. Un hasard heureux m'a fait conserver, et me permet de produire, à l'appui de cette assertion, une épure construite et autographiée à Saïgon, en 1867, pour la détermination des circonstances principales de l'éclipse de Soleil, du 18 août 1868.

» J'ajouterai encore que la mission, à la tête de laquelle se trouvait M. Bouquet de la Grye, et qui était chargée d'observer le passage de Vénus à l'île Campbell, a employé cette méthode, pour préparer à l'avance toutes les observations d'occultations d'étoiles par la Lune, qui pouvaient être utilisées pour la détermination de la longitude.

» Enfin je prierai l'Académie d'agréer l'hommage d'un exemplaire du Mémoire de M. Bach, qui a obtenu une médaille d'argent au Concours des Sociétés savantes, en 1865. »

MÉCANIQUE. — *Quelques observations sur une nouvelle Note de M.* Boussinesq, *relative à la théorie des plaques élastiques.* Note de M. **Maurice Levy.**

« 1. Une Note insérée au *Compte rendu* du 14 janvier, dans laquelle M. Boussinesq, par des considérations empiriques, obscurcit une question extrêmement claire, m'oblige à fatiguer encore une fois l'Académie d'une discussion que je tiens pour close.

» M. Boussinesq me reproche de réduire, *sans le moindre essai de démonstration,* les pressions extérieures à l'effort tranchant et aux couples de flexion et de torsion; ces quantités sont, dit-il, *des fictions que j'aurais dû discuter avant de m'en servir.* C'est précisément cette discussion dont je me suis dispensé que, lui, M. Boussinesq, aurait faite en s'appuyant sur *un principe incontesté.* Il ajoute que l'effort tranchant et les couples de flexion et de torsion, éléments bons tout au plus pour le géomètre, sont, pour le physicien, *des fictions sans valeur.* Ce qui, suivant lui, n'est pas, pour le physicien, une fiction sans valeur, mais une « réalité », c'est, je cite textuellement, *la somme de l'effort tranchant et de la dérivée en s du couple de torsion.*

» 2. Incontestés ou non, les principes de M. Boussinesq ne sauraient prévaloir contre les théorèmes fondamentaux de la Mécanique.

» Or, si l'on considère l'ensemble des pressions extérieures et intérieures appliquées le long d'une génératrice du cylindre qui termine la plaque, le principe de la réaction égale et contraire à l'action nous dit que ces pressions sont deux à deux égales et opposées; par suite, leurs résultantes de translation sont elles-mêmes égales et opposées, ainsi que leurs couples

résultants; en d'autres termes et en introduisant les expressions définies dans ma Note du 31 décembre, en chaque point du pourtour de la plaque, les efforts tranchants extérieur et intérieur se font équilibre, ainsi que les couples de flexion extérieur et intérieur et les couples de torsion extérieur et intérieur.

» Ce sont les trois équations à la surface de Poisson; on voit par là qu'elles ne sont pas basées sur telle ou telle hypothèse, qu'il n'est besoin d'*aucun principe particulier* pour les écrire ou pour discuter les éléments qui y entrent; elles sont *rigoureuses*.

» Ainsi, les trois fonctions que j'ai appelées *les efforts tranchants, les couples de torsion et de flexion,* et qui, dans toutes les théories imaginables des plaques, dans celle que préconise M. Boussinesq, comme dans celle de Poisson, comme dans la mienne, forment les trois inconnues fondamentales du problème, les seules qui entrent dans les équations différentielles à intégrer, celles dont toutes les autres se déduisent par de simples calculs algébriques, sont *rigoureusement*, et en vertu du seul principe de l'égalité de l'action et de la réaction, assujetties à *trois* conditions à la surface.

» En vertu des principes particuliers à M. Boussinesq, ces mêmes fonctions ne seraient assujetties qu'à deux conditions à la surface.

» Donc, ou c'est la Mécanique qui a tort ou c'est M. Boussinesq et ses principes.

» Vainement on tentera d'obscurcir la question par des considérations vagues, par des mots non définis, comme « les fictions sans valeur » du géomètre opposées aux « réalités » du physicien. *On ne conciliera pas ce qui est inconciliable.*

» J'ai montré dans mon Mémoire et dans ma Note du 31 décembre que les raisonnements à l'aide desquels M. Boussinesq a cru y être parvenu sont *absolument* inacceptables; que déjà faire tourner les couples de torsion dans leurs plans, sur les bords de la plaque, peut conduire à de graves mécomptes et, en outre, ne servirait de rien, ne permettrait en aucune façon de réduire à deux les trois conditions à la surface de Poisson; que, pour que cette réduction devienne légitime, il est de toute nécessité qu'on fasse tourner les couples sur tout élément superficiel vertical pris à l'intérieur de la plaque.

» A la démonstration que je donne de ce fait, M. Boussinesq répond purement et simplement qu'une fonction qui s'annule sur le contour d'une courbe fermée ne s'annule pas pour cela à l'intérieur de cette courbe;

rien n'est plus vrai; mais rien n'est plus étranger à la question et à ma démonstration.

» La fonction dont il s'agit ici est le couple de torsion; si elle s'annulait véritablement sur le pourtour de la plaque, il ne s'ensuivrait certainement pas qu'elle s'annulât aussi à l'intérieur; mais elle ne s'annule pas sur le pourtour, puisque rien n'exprime que cette condition doive être remplie; M. Boussinesq *s'en débarrasse*, ce qui n'est pas du tout la même chose; il s'en débarrasse, précisément en faisant tourner les couples de torsion dans leurs plans pour les *composer* avec les efforts tranchants. Or, s'il faisait tourner ces couples dans leurs plans aux divers points d'une courbe fermée quelconque S, soit celle de pourtour, soit tout autre, sans faire la même opération le long de toute courbe S' infiniment voisine, il s'ensuivrait que le couple de torsion serait, après cette opération, nul suivant S et *fini* suivant S', ce qui est absurde, incompatible avec l'équilibre du parallélépipède élémentaire; la faisant sur S', il faut qu'il la fasse de même sur toute courbe voisine S'' et ainsi de suite, partout.

» Or, cela détruit de fond en comble la prétendue théorie des perturbations locales le long des bords de la plaque, seul fondement sur lequel M. Boussinesq essaye encore de s'appuyer.

» Ainsi, M. Boussinesq est obligé de supposer les couples de torsion nuls partout. Or, si, après les avoir supposés tels, il met le problème en équation d'après ses procédés, qu'il le résolve au moyen de *ses propres équations*, qu'il calcule ces mêmes couples qu'il a supposés nuls, il trouvera qu'ils ne sont pas nuls du tout, ni sur les bords, ni ailleurs. Cela tient à ce qu'en les supposant nuls, on fait une hypothèse incompatible, en général, avec les conditions d'équilibre ou les équations du mouvement intérieur de la plaque, de sorte que les résultats obtenus ne peuvent qu'être contradictoires.

» On voit combien tout cela est inacceptable pour qui veut se rendre compte des choses et ne pas rester le jouet d'une de ces analyses louches et équivoques qui, d'approximations en principes incontestés, conduisent à tout ce que l'on veut.

» On voit aussi que la divergence entre M. Boussinesq et moi ne provient pas, comme le croit mon contradicteur, de ce que nous poursuivons des buts différents, mais de ce que je poursuis un but très-clairement défini, tandis que M. Boussinesq en poursuit un indéfinissable, sur la route duquel il ne peut rencontrer qu'obscurité et contradictions.

» 3. Maintenant, pour finir, un mot sur un autre point. M. Boussinesq,

après avoir, à la fin de sa Note, parlé du problème de Poisson, termine ainsi : « J'ai indiqué à la fin de ma Note du 17 décembre une infinité de » solutions de ce problème *essentiellement indéterminé.* »

» Cette remarque, que le problème de Poisson, malgré ses *trois* conditions à la surface, non-seulement n'est pas impossible (*quoique les équations de Poisson le soient*), mais indéterminé, est très-juste; on peut la lire dans les chapitres II et III de mon Mémoire et particulièrement aux pages 258 et 259 (*Journal de M. Resal*).

» Les solutions en nombre infini que M. Boussinesq déclare avoir données de ce problème constituent un cas très-particulier de la solution donnée par les équations (17) de la page 258 de mon Mémoire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule* $2^n - 1$. Note du P. **Pepin.**

« Parmi les théorèmes que j'ai obtenus dans mes recherches sur les résidus de puissances, il en est un qui donne pour reconnaître les nombres premiers, compris dans la formule $2^n - 1$, un critérium analogue à celui que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 6 août 1877.

» Ce théorème se rapporte à deux nombres premiers, dont l'un $p = 4l + 1$, l'autre $q = 4l + 3$. Soit $p = a^2 + b^2$. Le nombre complexe équivalent, suivant le module q, au rapport $\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}$ est racine de la congruence $x^{q+1} \equiv 1 \pmod{q}$, et on l'appelle résidu quadratique ou non-résidu de q, suivant qu'il vérifie la congruence

$$(1) \qquad \left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{\frac{q+1}{2}} \equiv 1 \pmod{q},$$

ou la congruence

$$(2) \qquad \left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{\frac{q+1}{2}} \equiv -1 \pmod{q}.$$

» Les deux nombres p et q présentent une réciprocité exprimée par le théorème suivant :

» I. *Le rapport complexe* $\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}$ *est résidu quadratique ou non-résidu*

du nombre premier q, suivant que ce dernier nombre est lui-même résidu ou non-résidu quadratique de $p = a^2 + b^2$.

» On sait que le nombre $2^n - 1$ ne peut être un nombre premier qu'autant que l'exposant n est lui-même premier. Soit n premier et proposons-nous de reconnaître si le nombre $q = 2^n - 1$ est premier ou composé. Nous prendrons pour cela un nombre premier $p = a^2 + b^2$ dont le nombre q soit non-résidu quadratique. Par exemple, si $n = 4l + 3$, nous prendrons le nombre 5, qui satisfait à cette condition. Si le nombre q est premier, on conclut du théorème précédent que le rapport $\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}$ est non-résidu quadratique de q, c'est-à-dire qu'il vérifie la congruence (2).

» Réciproquement, si la congruence (2) est vérifiée, le nombre q est premier. En effet, s'il n'est pas premier, il admet un diviseur premier $Q = 4l + 3$, et le rapport complexe considéré vérifie la congruence

$$(3) \qquad \left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{q+1} \equiv 1 \pmod{Q}.$$

» D'ailleurs on conclut de la formule (2), en l'élevant au carré, que ce même rapport est racine de la congruence $x^{q+1} \equiv 1 \pmod{Q}$. Il vérifie donc la formule

$$(4) \qquad \left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{2^\alpha} \equiv 1 \pmod{Q},$$

2^α désignant le plus grand diviseur commun des deux nombres $Q + 1$ et $2^n = q + 1$. Si α est inférieur à n, on trouvera un nombre entier β, positif ou nul, vérifiant la condition $\alpha + \beta = n - 1$. Puis, en élevant les deux membres de la formule (4) à la puissance 2^β, on obtiendra

$$\left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{2^{n-1}} \equiv 1 \pmod{Q}.$$

» D'ailleurs, Q étant diviseur de q, on déduit de la formule (2)

$$\left(\frac{a - b\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}\right)^{2n-1} \equiv -1 \pmod{Q}.$$

» Ces deux résultats étant incompatibles, nous concluons que notre hypothèse est inadmissible, α n'est pas inférieur à n. Le nombre $Q + 1$ est donc multiple de 2^n, et, comme le nombre Q est diviseur de $2^n - 1 = q$, il faut nécessairement admettre que le nombre premier $Q = 2^n - 1 = q$.

Ainsi, la congruence (2) exprime la condition nécessaire et suffisante pour que le nombre $q = 2^n - 1$ soit premier.

» Or, si nous posons

$$u_\alpha \equiv \frac{(a - b\sqrt{-1})^{2^\alpha} + (a + b\sqrt{-1})^{2^\alpha}}{(a^2 + b^2)^{2^{\alpha-1}}} \pmod{q},$$

nous aurons la relation $u_{\alpha+1} = u_\alpha^2 - 2$, et la congruence

$$u_{n-1} \equiv 0 \pmod{q},$$

sera équivalente à la congruence (2). Notre critérium peut donc s'énoncer de la manière suivante :

» II. *Soit* $u_1 \equiv 2\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2} \pmod{q = 2^n - 1}$; *formons la suite* $u_1, u_2, \ldots u_{n-1}$ *au moyen de la congruence*

$$(5) \qquad u_{\alpha+1} = u_\alpha^2 - 2 \pmod{q};$$

la condition nécessaire et suffisante pour que le nombre $2^n - 1$ *soit premier est que le dernier terme de cette suite,* u_{n-1}, *soit divisible par ce nombre.*

» Le choix du nombre $p = a^2 + b^2$ dépend de la forme de l'exposant n; soit $n = 4l + 3$; on peut prendre $p = 5$, car on a

$$q = 2^{4l+3} - 1 = 2 \pmod{5},$$

de sorte que le nombre q est non-résidu quadratique de 5. On a donc

$$u_1 \equiv 2\frac{(4 - 1)}{4 + 1} \equiv \frac{6}{5} \pmod{q}.$$

» Il faut donner à u_1 une valeur entière, car autrement le nombre des calculs serait double. On peut y parvenir d'une manière générale en prenant

$$(6) \qquad \begin{cases} u_1 = \dfrac{2(4 - 1) + 2(2^{4l+3} - 1)}{4 + 1} = 4\dfrac{1 + 4^{2l+1}}{1 + 4}, \\ u_1 = 4(4^{2l} - 4^{2l-1} + \ldots + 1). \end{cases}$$

» Si $n = 8l + 5$, on a $q = 2^{8l+4} - 1 \equiv -3 \pmod{17}$, et, comme -3 est non-résidu de 17, il en est de même du nombre q. Prenant donc $p = 4^2 + 1$, on a

$$u_1 \equiv 2\frac{4^2 - 1}{4^2 + 1} \equiv \frac{2(4^2 - 1) + k(2^{8l+5} - 1)}{4^2 + 1} \pmod{q},$$

et l'on donne à u_1 une valeur entière en prenant $k = 10$, car alors

$$(7) \qquad u_1 = 20\frac{(16)^{2l+1} + 1}{16 + 1} = 20[(16)^{2l} - (16)^{2l-1} + \ldots + 1].$$

» Pour vérifier notre théorème, prenons $n = 7$, $q = 127$. En faisant $l = 1$, dans la formule (6), on obtient $u_1 = 52$, et conséquemment les termes u_1, u_2, ..., u_6, calculés au moyen de la formule (5), sont

$$52, \quad 35, \quad 80, \quad 48, \quad 16, \quad 254.$$

Comme le dernier terme u_6 est divisible par 127, nous concluons du théorème II que 127 est premier, ce qui est exact.

» Le calcul indiqué par l'équation (5) est semblable à celui que M. Lucas a proposé, pour reconnaître les nombres premiers renfermés dans la formule $2^{4l+3} - 1$ (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1286); il n'en diffère que par la détermination du terme u_1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le déterminant dont les éléments sont tous les mineurs possibles d'ordre donné d'un déterminant donné.* Note de M. **Picquet**.

« Si l'on forme le tableau des $C_{n,k}^2$ mineurs d'ordre k d'un déterminant δ à n^2 éléments, en ayant soin d'écrire dans une même ligne les mineurs dont les éléments proviennent des mêmes lignes de δ, de même pour les colonnes, on obtient un nouveau déterminant Δ, considéré pour la première fois par Cauchy, qui a fait voir (*Journal de l'École Polytechnique*, Cahier XVII, p. 102) que, si l'on forme le déterminant analogue Δ' avec les mineurs d'ordre $n-k$, on a l'identité

$$\Delta\Delta' = \delta^{C_{n,k}},$$

laquelle renferme les suivantes :

$$\Delta = \delta^{C_{n-1,k}}, \quad \Delta' = \delta^{C_{n-1,k-1}},$$

comme l'a prouvé M. Borchardt (*Journal de Crelle*, t. LXI, p. 355) à la suite d'une Note de M. Franke qui établit directement ces identités et en conclut diverses propriétés des déterminants Δ et Δ'.

» L'objet de la présente Note est de donner l'énoncé de quelques théorèmes qui se déduisent immédiatement des propositions de M. Franke.

» THÉORÈME I. — *Il existe dans Δ un certain mineur M à $C_{n-h,\,k-h}$ lignes ou colonnes qui est égal à une certaine puissance d'un mineur donné m_h, d'ordre h inférieur à k, de δ.*

» Ce mineur M de Δ doit être choisi de telle façon que tous ses éléments

soient des mineurs du mineur m_h considéré dans δ, ce qui est possible puisque $k > h$, et est égal à

$$m_h^{C_{n-h-1,\,k-h}}.$$

» La considération du mineur m_{n-h} complémentaire de m_h dans δ et du mineur μ de Δ' complémentaire du mineur M de Δ conduit ensuite au théorème suivant :

THÉORÈME II. — *Si, dans un déterminant δ à n^2 éléments, on considère un mineur m_{n-h} à h^2 éléments, et si l'on forme tous les mineurs à k^2 éléments ($k > h$) de δ qui ne renferment ni toutes les lignes ni toutes les colonnes du mineur m_{n-h}, on peut, en les assemblant comme on l'a fait pour les éléments de Δ, en former un déterminant égal à*

$$m_h^{C_{n-h-1,\,k-h}},\quad \delta^{(C_{n-1,\,k-1}-C_{n-h,\,k-h})},$$

m_h étant dans δ le complémentaire de m_{n-h}.

» Il est également possible de trouver dans Δ la représentation des mineurs de δ d'ordre supérieur à k, comme le prouvent les théorèmes suivants :

THÉORÈME III. — *Si, dans un déterminant δ à n^2 éléments, on considère un mineur m_{n-h} à h^2 éléments, on peut former, avec tous les mineurs d'ordre k ($k > h$) de δ, à $(n-k)^2$ éléments dont toutes les lignes ni toutes les colonnes n'appartiennent pas au complémentaire m_h, un déterminant qui est égal à*

$$m_{n-h}^{C_{n-h-1,\,k-h}},\quad \delta^{C_{n-1,\,k}-C_{n-h-1,\,k-h}}.$$

» THÉORÈME IV. — *Si, dans un déterminant δ à n^2 éléments, on considère un mineur m_{n-h} à h^2 éléments, on peut former, avec tous les mineurs à k^2 éléments ($k > h$) qui l'admettent pour mineur, un déterminant qui est égal à*

$$m_{n-h}^{C_{n-h-1,\,k-h}},\quad \delta^{C_{n-h-1,\,k-h-1}}.$$

» Les deux derniers théorèmes se démontrent en considérant dans Δ le complémentaire du mineur M et dans Δ' le correspondant du même mineur. Le dernier peut encore s'énoncer ainsi :

» THÉORÈME V. — *Etant donné un mineur m_h d'ordre h d'un déterminant δ à n^2 éléments, si l'on forme le déterminant M aux mineurs d'ordre p de m_h, et si, dans ce déterminant, on remplace chaque élément, mineur d'ordre $h+p$ de δ, par le mineur complémentaire dans δ, on forme un nouveau déter-*

minant égal à

$$m_{n-h}^{C_{n-h-1,p}}, \quad \delta^{C_{n-h-1,p-1}},$$

m_{n-h} étant dans δ le mineur complémentaire de m_h.

» Sous cette forme le théorème est la généralisation d'un théorème important relatif à deux déterminants réciproques, celui où, p étant égal à $n-h-1$, M est m_h lui-même et devient, après la substitution, le mineur correspondant du réciproque de δ. On voit qu'alors il est égal à

$$m_{n-h}^{C_{n-h-1,n-h-1}}, \quad \delta^{C_{p,p-1}} = m_{n-h}, \quad \delta^{n-h-1},$$

ce qui est bien le théorème connu. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'analogie du réseau photographique du Soleil et des cratères de la Lune.* Note du P. M. LAMEY, présentée par M. d'Abbadie.

« En examinant attentivement, sur l'épreuve photographique du Soleil obtenue par M. Janssen et publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, l'apparence désignée par lui sous le nom de *réseau photographique*, on ne peut s'empêcher d'y reconnaître une analogie frappante entre les formes de ce réseau et les cratères de la Lune. L'analogie devient bientôt une identification complète pour peu que l'on vienne à reproduire par le dessin ces apparences solaires, en se guidant sur l'alignement des granulations et sur les contrastes d'ombre et de lumière. Or, si l'on peut affirmer que les cirques lunaires ne sont que la trace de gigantesques bulles gazeuses au travers de la couche superficielle de la Lune jadis pâteuse, on est en droit de conclure qu'une cause identique a donné lieu aux formes analogues révélées par les photographies de l'observatoire de Meudon. La seule différence est que, sur le Soleil, ces formes circulaires n'ont sans doute qu'une existence transitoire, la masse étant à l'état d'ébullition perpétuelle.

» Voici les principaux phénomènes qui semblent légitimer cette interprétation :

» 1° Les cirques d'un grand diamètre sont souvent concentriques, comme cela a lieu pour les ondes circulaires observées à la surface de l'eau.

» 2° Plus leur diamètre est grand, plus la hauteur de leur rempart semble diminuer.

» 3° Ceux d'un petit diamètre paraissent avoir des remparts relativement plus élevés ; ils sont souvent adhérents les uns aux autres, ou accolés aux parois des plus grands.

» 4° Les formes polygonales sont produites par la tangence de divers cratères d'égale intensité.

» 5° Parmi ces cratères, on distingue parfaitement les diverses phases de l'explosion de la bulle, au-dessous de la photosphère ; la partie centrale est tantôt bombée, tantôt concave, et présente parfois vers le centre une déchirure caractéristique.

» Ces conclusions ne sont basées que sur la photographie de l'*Annuaire;* le croquis joint à ma Note ne donne que le relevé des cirques les plus remarquables, car avec un peu d'habitude l'œil finit par en découvrir une quantité d'autres. Si ces cercles sont produits par une éruption gazeuse, une vérification bien simple pourra en être faite. A mesure que l'on s'avancera vers les bords du Soleil, la photographie devra nous révéler une forme de plus en plus elliptique, comme cela a lieu pour les cratères de la Lune. Je pourrais en indiquer plusieurs autres, par exemple celle-ci : en photographiant une même région à des instants convenablement rapprochés, on devra voir les mêmes cirques s'étendre de plus en plus et d'autres naître à l'intérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Lamé.* Extrait d'une Lettre de M. **Brioschi** à M. Hermite.

« Soient y_1 et y_2 deux solutions particulières de l'équation différentielle

$$y'' + py' + qy = 0,$$

où p et q sont deux fonctions de x quelconques. Je considère une forme binaire de l'ordre m à coefficients constants $f(y_1, y_2)$, et je pose

$$f(y_1, y_2) = \mathrm{F}(x).$$

Cela étant, j'ai démontré autrefois que le hessien de la forme f s'exprime ainsi

$$(1) \qquad h(y_1, y_2) = \frac{e^{2\int p\,dx}}{m^2(m-1)\mathrm{C}^2}\left[m\mathrm{FF}'' - (m-1)\mathrm{F}'^2 + mp\mathrm{FF}' + m^2 q\mathrm{F}^2\right],$$

C étant la constante introduite par la relation connue

$$y_2 y'_1 - y_1 y'_2 = \mathrm{C}e^{-\int p\,dx}.$$

En particulier, si la forme $f(y_1, y_2)$ est quadratique, de sorte que $m = 2$, le hessien sera une constante, et, en supposant $f(y_1, y_2) = y_1 y_2$, ce qui donnera $h(y_1, y_2) = -\frac{1}{4}$, nous tirerons de l'équation (1) la suivante :

$$(2) \qquad \mathrm{C}^2 + e^{2\int p\,dx}(2\mathrm{FF}'' - \mathrm{F}'^2 + 2p\mathrm{FF}' + 4q\mathrm{F}^2) = 0.$$

» C'est au moyen de ce résultat que je parviens à intégrer l'équation de Lamé, en prenant $p = \frac{1}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}$, $q = \frac{\psi(x)}{\varphi(x)}$, l'équation (2) devenant ainsi

$$(3) \qquad C^2 + \varphi(x)(2FF'' - F'^2) + \varphi'(x)FF' + 4\psi(x)F^2 = 0.$$

Mais supposons d'abord $\varphi(x) = x(1-x)$, je trouve que, $F(x)$ étant représenté par $x^n + ax^{n-1} + \ldots$, on a

$$\psi(x) = \frac{n^2}{4}.$$

Or l'équation différentielle est, dans ce cas,

$$y'' + \frac{1}{2}\frac{1-2x}{x(1-2x)}y' + \frac{n^2}{4x(1-x)}y = 0,$$

c'est-à-dire l'équation de Gauss

$$y'' + \frac{\gamma - (\alpha+\beta+1)x}{x(1-x)}y' - \frac{\alpha\beta}{x(1-x)}y = 0,$$

avec $\alpha = \frac{n}{2}$, $\beta = -\frac{n}{2}$, $\gamma = \frac{1}{2}$, et l'on est amené à cette conséquence connue, que les intégrales y_1, y_2 sont des fonctions algébriques de la variable.

» Soit, en second lieu, $\varphi(x) = x(1-x)(1-k^2x)$, les coefficients des termes en x^{2n+1} et x^{2n}, dans l'équation (3), montrent qu'on a alors

$$\psi(x) = -\tfrac{1}{4}[n(n+1)k^2x + h],$$

en posant $h = -(2n+1)ak^2 - n^2(1+k^2)$, ce qui nous conduit à l'équation de Lamé.

» Mais on peut aller plus loin et obtenir l'intégration d'une équation plus générale, comprenant celle de Lamé comme cas particulier. Je suppose $m = 4$ dans l'équation (1), et je prends $f(y_1, y_2) = y_1^2 y_2^2$, nous aurons ainsi

$$4C^2F + \varphi(x)(4FF'' - 3F'^2) + 2\varphi'(x)FF'' + 16\psi(x)F^2 = 0.$$

Cela étant et faisant encore $\varphi(x) = x(1-x)(1-k^2x)$, on obtient l'expression suivante :

$$\psi(x) = -\tfrac{1}{16}[n(n+2)K^2x + h],$$

où j'ai posé $h = -2(n-1)ak^2 - n^2(1+k^2)$. Voici, en conséquence, à l'égard de l'équation différentielle

$$\frac{d^2y}{du^2} = \frac{1}{4}[n(n+2)k^2\,\mathrm{sn}^2 u + h]y,$$

cette propriété que $y_1 y_2 = \sqrt{F(\mathrm{sn}^2 u)}$, F étant un polynôme entier du degré n. Si le nombre n est pair, elle rentre dans l'équation de Lamé; mais, s'il est impair, j'ai trouvé que l'on a

$$y_1 y_2 = \Phi(x)\sqrt{x-\xi},$$

$\Phi(x)$ étant un polynôme de degré $\frac{n-1}{2}$ et ξ une racine de l'équation

$$\varphi(x) = x(1-x)(1-k^2x) = 0.$$

On voit de suite que, dans ce cas, les intégrales sont algébriques, ce qui me semble remarquable. Enfin je pense, au moins d'après l'étude de quelques cas particuliers, qu'on peut traiter par une méthode semblable les équations linéaires du second ordre, où une puissance quelconque r de y_1, y_2 serait une fonction entière de la variable, la quantité $\psi(x)$ étant alors

$$-\frac{1}{r^2}[n(n+r)k^2x + h]. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur les raies sombres du spectre solaire et la constitution du Soleil.* Note de M. A. Cornu.

« On sait que dans le spectre visible du Soleil la presque totalité des raies sombres correspond exactement à des raies brillantes des spectres des vapeurs métalliques; ce renversement dans l'apparence des raies n'est qu'un effet de contraste et s'explique par l'existence sur le Soleil d'une couche de vapeurs à une température relativement basse, absorbant partiellement les radiations du spectre continu d'un fond plus brillant. L'étude comparative de ces spectres a constitué une vraie méthode d'analyse qualitative et a conduit à mettre hors de doute l'existence sur le Soleil d'un certain nombre d'éléments chimiques terrestres.

» L'extension de cette étude aux raies sombres du spectre ultra-violet, en agrandissant le champ de comparaison, m'a permis d'aller plus loin dans cette voie, et d'aborder, jusqu'à un certain point, l'analyse quantitative des éléments de cette couche absorbante, à l'action de laquelle les raies sombres du spectre solaire sont attribuées. Voici le résumé de cette étude :

« On remarque tout d'abord que les groupes de raies intenses sont inégalement répartis sur toute l'étendue du spectre solaire : la partie la moins réfrangible n'en contient à peu près aucun (en mettant à part les bandes et raies atmosphériques); ce n'est qu'à partir du bleu indigo que commencent les groupes sombres dont le groupe G est un type; on rencontre ensuite les deux raies H, K, larges et estompées, qui se détachent sur un fond rela-

tivement clair, puis les groupes très-sombres LMNOP; au delà vient un espace plus clair encore, sur lequel se détache la raie Q, puis les groupes voisins de R et de *r*; un nouvel espace assez brillant conduit aux groupes sombres STU.

» L'examen comparatif des spectres des vapeurs métalliques montre de prime-abord que ces masses de raies sombres correspondent en général aux raies brillantes du spectre de la vapeur de fer qui comprend à lui seul la presque totalité des groupes GLMNOQSTU et plusieurs des groupes voisins de R.

» Les deux grosses raies H et K correspondent au calcium, ainsi que deux raies analogues constituant R et le groupe compris entre R et *r*.

» C'est au nickel que se rapportent la plupart des raies importantes, comprises entre O et P, ainsi qu'un nombre très-notable de raies dans la région STU (*voir* la figure de ma précédente Communication, p. 101).

» Les autres métaux magnétiques, cobalt, manganèse, chrome, fournissent des raies de moindre importance; le titane présente un très-grand nombre de coïncidences, mais avec des raies en général très-faibles, excepté entre Q et R où leur importance est plus grande; l'étain offre des coïncidences qui, malgré leur petit nombre, paraissent non équivoques.

» Le magnésium fournit quatre raies triples d'apparence identique, que je nommerai b (Fraunhofer) dans le vert, b' entre K et L, b'' entre P et Q, et b''' entre S et T; elles sont, à l'exception de b'', très-intenses dans le spectre solaire.

» L'aluminium donne deux raies fort nettes entre H et K, et deux autres analogues entre S et T. Le sodium qui produit la raie D du spectre visible ne donne, dans l'ultra-violet, qu'une raie double assez pâle entre P et Q. Enfin le glucinium paraît être représenté par quelques raies faibles.

» Tels sont, en y joignant l'hydrogène qui donne quatre raies sombres CFG' (près de G) et *h*, les éléments chimiques fournissant les coïncidences les plus remarquables avec les raies du spectre solaire.

» Le caractère général des groupes de raies sombres du spectre solaire correspondant à un même métal est de présenter une intensité relative tout à fait en rapport avec l'éclat des raies brillantes correspondantes du spectre métallique : il y a donc une véritable proportionnalité entre le pouvoir émissif des vapeurs métalliques incandescentes et leur pouvoir absorbant, ce qui est d'ailleurs la base de l'explication du renversement des raies solaires (Foucault, Angström, Stockes, Kirchhoff). Si l'on joint à cette remarque la considération de l'éclat intrinsèque moyen du spectre de chaque élément chimique dans les régions à comparer, on arrive à conclure que l'intensité des raies sombres du spectre solaire est caractéristique de la quantité relative des différentes vapeurs métalliques qui, à la surface du Soleil, sont la cause de ces raies sombres. L'établissement d'une méthode d'analyse quantitative fondée sur ces considérations exigerait encore bien des efforts; mais, si l'on cherche seulement à se rendre un compte approché de la composition de cette couche absorbante qui forme l'enveloppe extérieure

du Soleil, les observations présentes suffisent pour une première approximation.

» Dans cette manière de voir, la vapeur de fer serait de beaucoup plus abondante, à cause du nombre et surtout de l'intensité des raies sombres qui lui correspondent dans le spectre solaire.

» Le nickel et le magnésium viendraient en second lieu ; le calcium, dont le spectre possède un éclat intrinsèque si grand pour les deux raies HK qui le caractérisent, doit entrer dans une proportion moindre que l'intensité de ces raies ne pourrait le faire supposer; viennent ensuite l'aluminium, le sodium et l'hydrogène, enfin le manganèse, le cobalt, le titane, le chrome et l'étain.

» Telle serait approximativement la liste, par ordre de quantité, des éléments volatilisés à la surface du Soleil. En examinant cette liste, où le fer, le nickel et le magnésium jouent un si grand rôle, on est immédiatement frappé de l'analogie de cette composition avec celle des aérolithes, dont la majeure partie est formée de fer allié à $\frac{1}{10}$ de nickel : dans les fers météoriques, cet alliage est presque pur; dans les météorites pierreuses, le fer nickelé est mêlé à des silicates magnésiens de compositions diverses.

» Cette étude du spectre conduit donc à la conclusion suivante : *La position et l'éclat relatif des raies sombres du spectre solaire s'expliquent par l'action d'une couche absorbante existant sur le Soleil, couche dont la composition serait analogue à celle d'aérolithes volatilisés.*

» Les conséquences de ce fait, révélé par l'analyse spectrale des radiations solaires, touche d'une manière si directe aux prands problèmes de la Physique cosmique et de l'Astronomie, qu'il me paraît utile de les indiquer, avec toute la réserve que comporte d'ailleurs un sujet aussi délicat. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les éléments présents dans la couche du Soleil qui produit le renversement des raies spectrales.* Note de M. **N. Lockyer.**

« Dans la carte du spectre solaire à laquelle je travaille en ce moment, il est possible d'étudier, dans des conditions favorables, les lignes dues à des éléments de l'atmosphère solaire qni n'avaient pas encore été découverts, parce qu'ils n'existent qu'en quantités insuffisantes pour donner des lignes spéciales bien marquées. Une recherche a donc été effectuée, d'après les principes que j'ai établis dans des Communications précédentes (1), sur les

(1) *Phil. Trans.*, p. 253, 1873; *ibid.*, vol. CLXIV, *Pl. II*, p. 490.

éléments dont les spectres présentent des lignes longues et bien caractérisées dans la région photographique.

» Bien que les conclusions ne puissent être définitives tant que le spectre entier n'a pas été examiné, on peut, dès maintenant, affirmer l'existence certaine de plusieurs métaux dans la couche renversante du Soleil, et l'existence probable de plusieurs autres métaux.

» Les résultats obtenus jusqu'ici sont résumés dans les Tables suivantes. J'ai déjà fait voir, dans un Mémoire précédent, que les métaux reconnus solaires à la suite des travaux de MM. Kirchhoff, Angström et Thalèn, et par la considération des lignes longues et courtes, sont les suivants :

Na, Ir, Ca, Mg, Ni, Ba, Cu, Cr, Co, H, Mn, Ti, Al, Zn.

Métaux dont la présence dans le Soleil est confirmée.

NOM du métal.	LONGUEUR D'ONDE approxim. des lignes renvers. dans le spectre solaire.	OBSERVATIONS.	NOMS des observateurs.	DÉTAILS TIRÉS DES LISTES de Thalèn. Métal.	Longueur d'onde.	Intensité 1 = le plus brillant.
Strontium....	4029,60	Absent du *spectre normal*, près de la longue ligne Mn.......	Nouv. ligne.		″ ″	″ ″
	4076,77	Une ligne à 4076,9, dans le *spectre normal* assigné à Ca......	Thalèn.	Sr Ca	4078,5 4077,0	1 3
	4215,00	Dans le *Spectre normal* assigné à Ca (long. d'onde, 4215,40)...	Thalèn.	Sr Ca	4215,3 4215,3	1 1
	4607, 5	Une ligne à 4604, 5, dans le *spectre normal* assigné à Ca..	Thalèn.	Sr Co	4607,5 4670,5	1 4
Plomb......	4019,28	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
	4056,80	Une ligne non assignée près de la position requise, long. d'onde 4057,25 dans le *spectre normal*....................	Thalèn.	Pb	4068,0	4
	4061,25	Absent du *spectre normal*.....	Thalèn.	Pb	4062,5	4
Cadmium.....	4677,00	Une ligne non assignée, de long. d'onde 4676,5, dans le *spectre normal*.....................	Thalèn. Kirchhoff.	Cd	4676,8	1
	4799,00	Une ligne non assignée, de long. d'onde 4698,9, dans le *spectre normal*.....................	Thalèn. Kirchhoff.	Cd	4799,0	1
Potassium....	4042,75	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
	4046,28	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
Cérium......	3928, 7	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
	4012,60	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
Uranium.....	3931,00	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″
	3943,00	Près de la ligne Al............	Nouv. ligne.		″	″
	3965, 8	Absent du *spectre normal*......	Nouv. ligne.		″	″

Métaux probablement présents dans le Soleil.

NOM du métal.	LONGUEUR D'ONDE approximative des lignes renversées en apparence dans le spectre solaire.	OBSERVATIONS.	NOMS des observateurs.	DÉTAILS TIRÉS DES LISTES de Thalèn. Métal.	Longueur d'onde.	Intensité 1 = le plus brillant.
Vanadium....	3901, 3	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	3909, 3	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	3989,65	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	3992, 5	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	3997, 9	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	4279,00	Assigné par Angström à Ca.....	Thalèn.	Ca Va	4379,1 4379,0	4 1
	4384,00	Absent de la carte d'Angström..	//	Va	4384,0	1
	4389,00	Assigné par Angström à Ca.....	//	Ca Va	4389,4 4389,0	4 2
	4407, 5	Assigné par Angström à Ca.....	//	Ca Va	4407,0 4407,5	5 1
Palladium....	3893,00	//	Nouv. ligne.	//	//	//
	3958,00	//	//	//	//	//
	4787,00	Assigné par Angström à Ir.....	Thalèn.	Pd Ir	4787,0 4785,8	3 5
	4817,00	Non assigné par Angström......	//	Pd	4817,0	3
	4874,00	Une ligne près de la position requise par Angström à Ir...	//	Pd	4874,0	3
Molybdène....	3902,00	Très-près de la ligne Ir........	Nouv. ligne.	//	//	//
	4576,00	Non assigné par Angström......	//	//	//	//
	4706,00	Assigné par Angström à Ir......	Thalèn.	Mo Ir	4706,6 4706,5	4 5
	4730,00	Assigné par Angström à Ir.....	Thalèn.	Mo	4730,5	4
	4818,0?	Absent de Angström...........	//	Mo	4818,0	4
	4829,0?	Ligne voisine assignée par Angström à Ni.................	//	Mo Ni Ni	4829,5 4828,4 4830,2	4 5 5
Indium.......	4101,00	En apparence coïncident avec la ligne Ir du spectre solaire...	Thalèn.	In	4101,0	1
	4509,0?	Absent de la carte d'Angström..	//	In	4509,5	1
Lithium......	4603,00	La ligne dans la carte d'Angström est placée à la long. d'onde 4601,7 et pas de métal assigné.	Thalèn.	Li	4602,7	1
Rubidium	4202,00	La ligne dans Angström est placée à 4201 et adjoint à la ligne voisine Ir..................	Thalèn.	Rb	4202,0	2
Cœsium......	4554, 9 4592,0?	Assigné par Angström à Ir. Pas de ligne dans cette position d'après Thalèn.............	Nouv. ligne.	//	//	//
Bismuth......	4722,00	Absent de la carte d'Angström..	Nouv. ligne.	//	//	//
		Absent de la carte d'Angström..	Thalèn.	Bi	4722,0	1
Étain........	4524 3948, 2	Pas dans le *spectre normal*. Une ligne Bi voisine [4524,4] est indiquée..........	Thalèn.	Sn	4524,0	1
Lanthane.....	3988,00	Pas dans le *spectre normal*.....	Nouv. ligne.	//	//	//
	3995, 4	//	//	//	//	//
Glucinium....	3901,75	//	//	//	//	//
Yttrium......	3949, 6	//	//	//	//	//
ou		//	//	//	//	//
Erbium......	3981, 8	//	//	//	//	//

» Il est important de se rappeler que les lignes indiquées dans les listes précédentes sont, pour la plupart, les plus longues qui soient visibles dans la région photographique de leurs spectres relatifs; dans quelques cas, elles sont limitées à la région 39,40, que j'ai spécialement étudiée. Le fait qu'elles sont renversées dans le spectre solaire doit donc être considéré comme la plus forte preuve qu'on puisse obtenir en faveur de leur existence dans le Soleil, en attendant que leurs spectres aient été étudiés d'une manière complète. Cependant, là où il n'y a qu'une ligne, comme pour Li, Rb, Er, la présence de ces métaux dans la couche renversante du Soleil ne peut être regardée jusqu'ici que comme probable. Enfin, il ne faut pas oublier que, outre les lignes longues qu'un spectre peut contenir dans le rouge, le jaune, l'orangé, il peut encore exister des lignes longues dans la région ultra-violette qui n'a pas encore été explorée; on doit donc attendre d'autres preuves, avant de se prononcer définitivement sur la présence ou l'absence de ces métaux dans le Soleil.

» On pourra trouver singulier que, en trouvant de longues lignes, pour des métaux tels que le lithium et le rubidium, dans la région photographique du spectre, on n'ait pas observé les plus longues lignes (Li, longueur d'onde 6705; Rb, longueur d'onde 6295 et 6296). A cela, on peut répondre que, bien que ces lignes rouges puissent être, en apparence, les plus brillantes pour l'œil, il ne s'ensuit pas qu'elles soient les plus longues, puisqu'elles sont situées dans une partie du spectre qui affecte notre organe visuel plus fortement que la région photographique. Peut-être aussi les raisons que j'ai avancées, dans un Mémoire communiqué à l'Académie sur le spectre du calcium, peuvent-elles être appliquées dans ces cas; puisque une plaque sensible est affectée par certains rayons plus fortement que par certains autres, on ne doit pas, en déterminant les longueurs des lignes photographiques, comparer entre elles des régions du spectre séparées par un trop grand intervalle.

» De plus, le fait que ces lignes rouges ont échappé à l'observation dans le spectre solaire n'est pas une preuve concluante de leur absence, d'autant plus que cette portion du spectre est en même temps plus brillante et moins réfrangible; il faudrait une dispersion plus grande pour rendre visibles des lignes obscures, peu distinctes, que l'on observe aisément dans la région photographique ([1]). J'espère pouvoir faire plus tard une recherche particulière de ces lignes.

([1]) Une remarque significative est que l'on trouve une ligne obscure, près de la position

» On a fait une étude spéciale des métaux ayant de longues lignes dans le vert. La longue ligne thallium (longueur d'onde 5349) a été photographiée, mais on n'a obtenu aucune ligne solaire correspondante. On a trouvé deux longues lignes pour l'argent, vers les longueurs d'onde 4018 et 4212; mais ces lignes (qui sont renversées) ont une si grande largeur, qu'il est impossible de dire, quant à présent, si elles coïncident avec des lignes du spectre solaire. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des gaz et des vapeurs.* Note de M. **Mascart.**

« J'ai eu déjà l'honneur de présenter à l'Académie (¹) les résultats des expériences que j'avais entreprises pour déterminer la réfraction et la dispersion des gaz. J'ai étendu depuis ces recherches à plusieurs autres corps gazeux dans les conditions ordinaires et aux vapeurs d'un grand nombre de liquides appartenant à la Chimie minérale ou à la Chimie organique.

» La méthode est fondée, comme précédemment, sur l'observation des bandes de Talbot; les appareils ont reçu quelques modifications en raison de l'état des corps sur lesquels je devais opérer, mais je crois inutile d'en donner ici le détail.

» La réfraction d'un gaz, c'est-à-dire l'excès de l'indice de réfraction sur l'unité, est, à température constante et entre des limites de $\frac{1}{2}$ à 8 atmosphères, proportionnelle au poids de l'unité de volume, comme je l'ai montré dans un premier Mémoire; on élimine ainsi la complication qui résulte de la loi de compressibilité spéciale à chacun des gaz.

» Tant que la loi de Mariotte est applicable, la réfraction d'un gaz est proportionnelle à la pression : c'est ce qui a lieu en particulier pour l'air, au moins d'une manière très-approchée, sous des pressions inférieures à celles d'une atmosphère. Mes nouvelles expériences ont été faites à des pressions faibles et, afin d'éliminer la détermination exacte des températures, ainsi que les corrections de toute nature qu'elles entraînent, on a comparé chaque fois, pour le corps étudié et pour l'air dans les mêmes conditions, le nombre des franges déplacées en un point du spectre à la variation de pression correspondante. Le quotient de deux valeurs ainsi obtenues exprime le rapport de la réfraction du corps à celle de l'air.

---

de la ligne Li, dans les cartes d'Angström et de Kirchhoff, qui n'est attribuée à aucun métal.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 617.

» Si le corps, gaz ou vapeur, obéit à la loi de Mariotte, ce rapport est indépendant de la pression; mais, en général, il croît à mesure que la pression moyenne augmente, de sorte que la réfraction fournit une méthode pour déterminer les écarts de la loi de Mariotte dans des cas où des expériences directes sur les changements de volume ou sur la mesure des densités présenteraient de grandes difficultés.

» Cette influence de la pression moyenne se manifeste à partir de pressions très-faibles, même pour des corps qui sont gazeux à la température et à la pression ordinaires, tels que l'acide chlorhydrique, l'acide bromhydrique, l'acide iodhydrique, l'ammoniaque, l'acide sulfhydrique. Ainsi, pour l'acide chlorhydrique, le rapport de la réfraction du gaz à la pression augmente d'environ $\frac{1}{400}$ lorsque la pression moyenne croît de 1 décimètre de mercure; pour l'ammoniaque, l'augmentation est de $\frac{1}{280}$.

» On doit s'attendre à ce que les vapeurs présentent des variations encore plus grandes, surtout quand on les observe à une température inférieure à celle de l'ébullition normale. En effet, pour le sulfure de carbone et l'acide cyanhydrique, le même accroissement de la pression moyenne augmente d'environ $\frac{1}{60}$ le rapport de la réfraction à la pression.

» Il résulte de là que, si l'on veut comparer les réfractions des gaz et des vapeurs, on devra prendre les nombres qui correspondent aux plus faibles pressions, afin de se rapprocher des conditions limites dans lesquelles ces corps peuvent être considérés comme étant à l'état de gaz parfaits.

» D'autre part, mes expériences anciennes paraissent démontrer que la réduction à la température de zéro de la réfraction d'un gaz ne peut pas être effectuée par le coefficient de dilatation ordinaire; il serait donc nécessaire de déterminer un nouveau coefficient particulier à chaque corps. Pour éviter cette correction incertaine et difficile à évaluer, toutes les expériences ont été effectuées à une température voisine de 12 degrés, et les résultats comparés directement à celui que donnait l'air dans les mêmes circonstances.

» Je citerai seulement aujourd'hui les résultats nouveaux que j'ai obtenus pour différents corps de la Chimie minérale :

	Réfraction par rapport à celle de l'air.
Chlore	2,63
Brome	3,85
Acide chlorhydrique	1,52
Acide bromhydrique	1,95
Acide iodhydrique	3,10

	Réfraction par rapport à celle de l'air.
Acide cyanhydrique.......	1,49
Acide sulfhydrique..........	2,12
Ammoniaque..............	1,29
Eau....................	0,88
Protochlorure de phosphore...	5,92
Sulfure de carbone.........	5,05

» Plusieurs de ces corps avaient déjà été étudiés au point de vue de la réfraction; mes nombres sont généralement plus faibles que les résultats correspondants de Dulong, ce qui est une conséquence de l'influence de la pression.

» Pour la vapeur d'eau, l'expérience est difficile, à cause de la faible volatilité du liquide à la température ordinaire; j'ai retrouvé sensiblement le nombre que M. Fizeau et M. Jamin avaient obtenu déjà à l'aide de méthodes moins directes.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les résultats relatifs aux corps de la Chimie organique et je ferai quelques remarques sur le calcul théorique de la réfraction des corps composés. »

PHYSIQUE. — *Sur la répulsion résultant de la radiation lumineuse.* Note de M. **W. Crookes**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Depuis plusieurs années, je cherche à compléter mes études sur la force répulsive résultant de la radiation lumineuse transmise à travers les gaz raréfiés, et l'appareil dont je me sers actuellement consiste dans une balance de torsion dans laquelle la traverse destinée à porter les disques d'épreuve est une paille suspendue par un fil de verre très-fin. Six disques de différente nature sont adaptés verticalement à l'un des bouts de cette traverse, et ils sont équilibrés au bout opposé par un contre-poids convenable. Une bougie de spermaceti, placée à une distance invariable de cette balance, fournissait, dans mes expériences, les effets de radiation, et les déplacements produits par suite de cette radiation étaient mesurés par le déplacement, sur une règle graduée, d'un rayon lumineux réfléchi par un miroir adapté à la traverse des disques. Un écran à obturateur était d'ailleurs disposé de manière à projeter la lumière sur tel ou tel disque, sans que les autres disques se trouvassent impressionnés. Enfin, un disque étalon enduit de noir de fumée était établi dans l'appareil, afin de pouvoir comparer les résultats. Tout l'appareil était scellé avec soin et attaché à une

pompe à mercure capable de porter le vide à tous les degrés qu'on pouvait désirer.

» Mes expériences ont porté sur une centaine de substances différentes, et j'ai mesuré l'effet produit sur elles, non-seulement sous l'influence de la radiation simple de la source lumineuse, mais encore en la privant de ses rayons calorifiques invisibles par l'interposition d'un écran d'eau. J'ai reconnu de cette manière que chaque substance exerce une action plus ou moins accentuée sur l'absorption des rayons. Ainsi la plupart des poudres blanches absorbent énergiquement les rayons de chaleur invisibles, tandis qu'ils sont à peu près sans action sur les rayons lumineux. Au contraire, les poudres noires absorbent avec force ces derniers rayons, et n'absorbent pas la chaleur obscure des rayons, quelle qu'en soit l'intensité. Les différents métaux présentent de grandes différences dans leur action. Ainsi, alors que le fer absorbe les rayons calorifiques invisibles, l'or est surtout influencé par les rayons lumineux.

» Les substances que j'ai expérimentées peuvent se diviser en deux classes : 1° celles pour lesquelles l'interposition de l'écran d'eau augmente l'action, eu égard à l'effet produit sur le disque étalon ; 2° celles pour lesquelles le contraire a lieu. Parmi les premières, le tungstate de cuivre, la saffranine, le sélénium précipité et l'oxalate de cuivre sont celles qui révèlent le mieux la supériorité d'action des rayons lumineux sur les rayons calorifiques invisibles. Parmi les secondes, l'oxyde de chrome, le persulfocyanogène, l'oxyde de zinc, le sulfate de baryum et le carbonate de chaux sont celles qui produisent les effets les plus caractérisés, et elles sont plus impressionnables aux rayons rouges qu'aux rayons blancs.

» On peut obtenir des effets remarquables en combinant ensemble les corps de ces deux catégories sur les disques d'un radiomètre : ainsi, si l'on enduit alternativement ces disques, que nous supposerons en moelle de sureau, d'oxyde chromique et de sélénium précipité, on voit ce radiomètre tourner dans un sens quand il est exposé à la lumière d'une bougie, et en sens contraire quand on interpose devant la source lumineuse un écran d'eau. Un radiomètre semblable, dont les ailettes sont enduites de saffranine et d'oxyde de zinc hydraté, n'aura aucun mouvement quand on l'exposera directement à la flamme de la bougie, mais se mettra en mouvement avec l'interposition de l'écran d'eau.

» Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, j'ai démontré que, quand le vide dans un radiomètre était perfectionné au delà d'une certaine limite, la sensibilité diminuait successivement

au point de devenir nulle; j'ai examiné plus à fond ce point de la question et je suis arrivé à conclure : 1° que l'accroissement de sensibilité d'un radiomètre augmente jusqu'à ce que la pression ait atteint 50 millioniėmes d'atmosphère (0,038 de millimètre); 2° que, passé cette limite jusqu'à 30 millioniėmes d'atmosphère (0,013 de millimètre), elle reste stationnaire; 3° que plus loin encore elle s'abaisse rapidement jusqu'à 1 millionième (0,00076 de millimètre); 4° qu'à 0,2 de millionième d'une atmosphère (0,000152 de millimètre), le radiomètre refuse tout mouvement, même quand cinq bougies l'éclairent.

» Pour examiner les effets de pression moléculaire produits directement par la chaleur sur un radiomètre, j'ai disposé au-dessous de son système d'ailettes suspendu horizontalement un anneau métallique constitué par un fil de platine qu'un courant électrique pouvait rendre incandescent; les ailettes étaient en mica transparent et légèrement inclinées les unes par rapport aux autres, comme les ailes d'un moulin à vent, et au-dessus de ces ailettes se trouvait un disque en mica pouvant tourner sur un pivot isolé; le sens de la rotation de ce disque était naturellement inverse, pour une même action, de celle du système d'ailettes. Or voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Quand l'appareil était plein d'air à la pression normale de 760 millimètres, et que le fil de platine était incandescent, la direction de la rotation des ailettes et du disque était *positive*, c'est-à-dire celle que produirait un souffle de vent venant du côté de l'anneau de platine; cet effet devait être attribué à l'ascension du courant d'air chaud.

» 2° A une pression de 80 millimètres, le disque ne tournait plus, et les ailettes tournaient lentement dans le sens positif.

» 3° A 19 millimètres, aucun mouvement n'était produit, ni par le disque, ni par les ailettes.

» 4° A 14 millimètres, le disque restait stationnaire, mais les ailettes commençaient à tourner doucement dans le sens *négatif*, c'est-à-dire en sens inverse de leur première direction.

» 5° A 1 millimètre, le disque tournait d'une manière continue dans le sens positif, pendant que les ailettes tournaient avec une certaine vitesse dans le sens négatif.

» 6° A 0,224 de millimètre, la vitesse du disque et des ailettes était la même, et leur mouvement de rotation s'effectuait dans le même sens.

» Au-dessous de cette pression, la vitesse de rotation des ailettes diminuait progressivement pendant que la vitesse du disque augmentait, et à une pression de 0,107 de millimètre le disque tournait rapidement dans le sens positif alors que les ailettes étaient sans mouvement.

» 7° A un vide plus parfait encore, par exemple à 0,098, un changement subit se faisait observer; les ailettes, qui avaient été stationnaires, tournaient alors dans le sens positif avec une vitesse de 100 révolutions par minute, pendant que le disque tournait, comme

avant, dans le sens positif, mais avec une vitesse moindre. Il est probable que la vitesse de ce disque s'était trouvée un peu diminuée par suite de la rapidité du mouvement des ailettes dans la direction opposée (¹).

» 8° Quand le vide augmentait au delà de 0,098, la vitesse des deux disques et des ailettes augmentait jusqu'à dépasser 600 révolutions par minute, et elle ne semblait pas diminuer avec le vide le plus parfait, qui était de 0,0001 de millimètre.

» D'après les déterminations les plus récentes, le nombre des molécules contenues dans un centimètre cube d'air à la pression ordinaire, est probablement quelque chose comme 1 000 000 000 000 000 000 000; par conséquent, à un vide de 0,0001 de millimètre, il en reste encore 100 000 000 000 000. Ce nombre est assez fort pour justifier cette hypothèse : que quand les molécules sont mises en vibration par un fil de platine chauffé à blanc, ellespeuvent exercer un effet mécanique énorme. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la double réfraction accidentelle.* Note de M. Macé, présentée par M. Desains.

« Dans une première Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie (²), j'annonçais que la distribution des pressions dans une lame rectangulaire de verre trempé était comparable à celle du magnétisme dans un barreau aimanté qui, comme dans certaines expériences de M. Jamin, présenterait aux deux extrémités des pôles de même nom.

» Brewster, puis Wertheim, par l'étude de la compression, avaient énoncé cette loi, que les différences de marche absolues produites par la compression ou la dilatation étaient indépendantes de la longueur d'onde. Il m'a paru intéressant, pour contrôler cette loi, d'utiliser la double réfraction produite par la trempe.

» L'appareil que j'ai construit à cet effet avait déjà servi, comme je l'ai su depuis, à M. Mach (*Ann. de Pogg.*, 1872), pour l'étude de la compression. La méthode consiste à produire un spectre cannelé au moyen d'un

---

(¹) J'ai déjà expliqué, dans une Note soumise l'année dernière à l'Académie, que le frottement de l'air à un vide de 0,098 de millimètre n'est qu'un peu moindre seulement que celui qu'il présente à la pression normale de 760 millimètres, et, par conséquent, les ailettes ayant une vitesse de 100 révolutions par minute doivent exercer une réaction considérable sur la rotation opposée des disques.

(²) Séance du 8 mai 1877. Je suis heureux de pouvoir témoigner ici toute ma reconnaissance pour M. Jamin, sur les conseils duquel j'ai étudié les lames rectangulaires.

quartz parallèle. En ajoutant alors du côté de l'analyseur un compensateur, dont le réticule est remplacé par une fente étroite pratiquée sur une lame de verre argenté, les franges du spectre seront mobiles, avec le compensateur, et l'on pourra se servir de cet appareil, comme dans le cas de la lumière homogène. La lame de verre trempé était mobile, comme dans les premières expériences, perpendiculairement à la direction de la lumière, et à 2 ou 3 millimètres seulement en avant du compensateur. Le spectroscope était à vision directe. On en avait supprimé le tube portant la fente, tout en conservant la lentille collimatrice.

» Dans ces circonstances, lorsque la lame de verre se déplace, on voit les franges courir toutes dans le même sens, puis s'arrêter au moment où le milieu de la lame passe devant la fente, pour se mouvoir ensuite en sens inverse.

» La précision des mesures fut augmentée en recouvrant la moitié de la fente par un mica $\frac{\lambda}{2}$ environ pour le jaune. On obtient alors deux spectres superposés, tous deux cannelés, mais à bandes alternées. Il était dès lors facile d'établir la coïncidence entre les franges noires de l'un et les raies, devenues visibles, de l'autre.

» Le spectre, toutefois, ne présente pas, dans ces circonstances, la simplicité que l'on doit attendre. Au moment où le polariseur et l'analyseur sont orientés de manière à éteindre presque complétement la lumière, le spectre apparaît encore, sillonné d'un très-grand nombre de franges noires. L'appareil étant complétement monté, ces franges apparaissaient de nouveau, mais au voisinage seulement des franges noires larges, que seules on devait obtenir. L'expérience, comme la théorie, montre que ce phénomène curieux provient d'un réglage imparfait des deux lames du compensateur. Dans le cas actuel, on peut le représenter par la formule

$$I = \cos^2\alpha \sin^2 \pi \frac{\delta + \delta_1}{\lambda} + \sin^2\alpha \cos^2 \pi \frac{\delta - \delta_1}{\lambda},$$

δ, δ_1 étant les deux différences introduites par chacune des lames du compensateur, $90° - \alpha$ étant l'angle très-petit dont il faudrait faire tourner l'une des lames pour achever le réglage.

» En reproduisant le premier de ces deux phénomènes, au moyen de deux lames de gypse de même épaisseur, dont l'une était mobile par rapport à l'autre, je suis parvenu à montrer que l'on peut, en cherchant à faire disparaître les franges, répondre, si l'on opère dans de bonnes conditions,

d'un réglage de 5 minutes. Je crois cette observation très-utile, soit pour les constructeurs, soit pour les physiciens qui voudront vérifier leur appareil. Cette méthode de réglage est bien plus sensible que celle précédemment employée, car deux autres compensateurs, que j'ai pu examiner, m'ont donné les mêmes apparences.

» Du reste, le calcul, facilement applicable au cas particulier actuel, m'a montré qu'une erreur de 1 degré même n'introduirait qu'une erreur tout à fait négligeable.

» En employant cette méthode, on a trouvé que, dans la formule

$$y = A (K^x + K^{-x}),$$

la valeur de K était indépendante, pour une même lame, de la longueur d'onde; quant au coefficient A, il était inversement proportionnel à la longueur d'onde. Ces résultats vérifient complétement la loi de Brewster. Ces expériences ont porté, soit sur des lames trempées à l'air, soit trempées à l'huile, par les procédés de M. de la Bastie. Quelques autres ont été faites à la lumière homogène fournie: 1° par un verre rouge; 2° par le gaz salé; 3° par le sulfate de cuivre ammoniacal. Dans ce cas, on mesurait les longueurs d'onde au moyen des franges d'interférence. On peut considérer ces expériences comme les premières établissant directement cette loi, car Wertheim l'avait uniquement déduite de la comparaison des teintes avec celles des anneaux de Newton.

» Supposant que cette loi simple tenait au faible pouvoir dispersif du verre ordinaire, je pris des lames de flint lourd, présentant une forte dispersion. La loi se trouva alors inexacte: les différences de marche décroissaient rapidement du rouge au violet, et cette variation, de la raie D à la raie F, atteignait le $\frac{1}{10}$ de la valeur moyenne.

» Le même appareil me permit de vérifier la loi dans le cas où Wertheim l'avait établie, celui d'une compression régulière du verre ordinaire. Mais si, comme on le fait d'ordinaire, on comprime le verre ordinaire entre deux surfaces convexes d'acier, la différence de marche au centre croît régulièrement, quoique faiblement, du rouge au violet. Dans les mêmes circonstances, pour le flint extra-dense, la différence de marche centrale diminue encore régulièrement du rouge au violet, mais moins rapidement que dans le cas de la trempe.

» La loi posée par Wertheim n'est donc applicable qu'au verre ordinaire, comprimé régulièrement ou trempé. »

PHYSIQUE. — *Nouveau spectroscope à vision directe.* Note de M. **Thollon**, présentée par M. Desains.

« Cet instrument, qui est réellement et en toute rigueur à vision directe, se distingue par la parfaite symétrie de sa forme, par la petitesse de son volume, par sa légèreté relative, par la facilité et la précision avec lesquelles se manœuvrent les prismes qui sont toujours au minimum de déviation pour le rayon observé. Son pouvoir dispersif peut être très-considérable, car, d'après mes calculs, on peut le rendre équivalent à celui de quinze à vingt prismes de 60 degrés. En outre, le spectre qu'il produit offre en certains cas un caractère tout particulier et fort intéressant sur lequel je me propose de revenir.

» Que l'on imagine une lunette et un collimateur fixés invariablement dans une même monture, de manière que les axes soient sur une même ligne. Les deux objectifs en regard sont séparés par un intervalle d'environ 3 centimètres. Dans cet intervalle se trouvent deux prismes à réflexion totale, qui, réunis par leur face hypoténuse, forment un cube parfait. Les arêtes des deux prismes sont parallèles à la fente, et le cube qu'ils forment a son centre sur la ligne des axes qui est normale à deux des faces parallèles. Tout rayon sortant du collimateur suivant la ligne des axes rencontrera normalement la première face du cube, se réfléchira totalement au centre et sortira par une des faces latérales sans éprouver de réfraction et en faisant un angle de 90 degrés avec sa direction primitive. Soit h la hauteur du cube et appelons p le plan de sa base inférieure. De chaque côté du cube à une distance quelconque, plaçons deux prismes à réflexion totale dont les arêtes sont horizontales et dont la face hypoténuse, tournée du côté du cube, est parallèle à la face de ce cube qui lui est opposée; si l'arête de l'angle droit se trouve dans le plan p, il est évident que le rayon lumineux subissant dans le premier prisme une double réflexion totale changera de niveau et de direction. Il rencontrera normalement la face hypoténuse du deuxième prisme qui, agissant en sens inverse du premier, le ramènera à son niveau primitif et le réfléchira au centre du cube où une nouvelle réflexion le renverra dans la lunette suivant la ligne des axes. Le rayon passe ainsi deux fois par le centre du cube; entre le premier et le deuxième passage, il accomplit un trajet qui a la forme d'un rectangle dont les bases horizontales sont à égale distance de p, l'une au-dessus, l'autre au-dessous. Avant comme après ces deux passages, il suit exactement la

ligne des axes, de sorte que, si l'on regarde à travers la lunette la fente du collimateur, on la verra toujours à la même place et de la même manière, que le cube à réflexion soit maintenu en place ou supprimé. Tel est le procédé au moyen duquel j'ai obtenu la vision directe. On voit sans peine que si le rayon à sa première sortie du cube traverse au minimum de déviation un certain nombre de prismes égaux et de hauteur $2h$, qu'à la suite on dispose convenablement le prisme à réflexion de façon à le renvoyer parallèlement à lui-même, et que du côté opposé se trouve un système parfaitement symétrique, ce même rayon parti du centre reviendra au centre après avoir traversé deux fois chaque prisme et en faisant partout des angles d'incidence et d'émergence égaux, puis il continuera son trajet suivant l'axe de la lunette, comme dans le cas précédent. Les bases du rectangle décrit seront devenues des lignes brisées dont les diverses parties seront parallèles deux à deux.

» Sans entrer dans des détails de construction qu'il serait difficile d'exposer sans figures, il suffira de dire que le nouveau spectroscope se compose d'une partie centrale absolument fixe, et de deux systèmes mobiles exactement symétriques, par rapport au plan passant par la fente et la ligne des axes. Chaque système est lui-même composé d'un certain nombre de plaques métalliques reliées l'une à l'autre par des charnières dont les axes sont équidistants, parallèles entre eux et à la fente. Sur ces plaques sont fixés les prismes dont les arêtes sont parallèles aux axes des charnières. Enfin les deux systèmes peuvent tourner autour de deux axes fixes, parallèles aussi à la fente, situés à égale distance du plan de symétrie vers les arêtes du cube central. Les mouvements des différentes parties du même système sont rendus solidaires à l'aide de petits leviers formant parallélogramme. Les mouvements des deux systèmes sont eux-mêmes rendus solidaires au moyen de deux bras égaux s'articulant par une de leurs extrémités en deux points symétriques des systèmes mobiles, et par l'autre extrémité à un pivot commun fixé sur une coulisse. Cette coulisse entraînée par une vis de rappel se meut longitudinalement, de façon que le pivot se trouve toujours dans le plan de la fente et de la ligne des axes. Si l'instrument ainsi construit est dirigé vers le Soleil, on n'a qu'à tourner la vis de rappel pour voir passer dans le champ de la lunette tout le spectre solaire. En notant le nombre de tours et les fractions de tour que la vis a dû faire pour amener une raie quelconque sur une croisée de fils placée dans l'oculaire, la position de cette raie est déterminée avec toute la précision désirable.

» Si l'on adapte sur les faces latérales du cube deux demi-prismes, on augmente le pouvoir dispersif de l'instrument, sans en compliquer la construction; mais alors, la première incidence et la dernière émergence étant nulles, le système n'est plus au minimum de déviation absolu. Je démontrerai qu'il est à un minimum relatif qui ne modifie en rien l'image de la fente; il modifie seulement et d'une manière très-heureuse les proportions du spectre, qui se rapproche en ce cas du spectre de la diffraction.

» J'ai construit moi-même, d'après ce principe, un instrument à huit prismes, et, bien que cette construction soit très-défectueuse, elle m'a donné des résultats qui ont de beaucoup dépassé mon attente. En recevant la lumière du Soleil sur la fente du collimateur, on observe un spectre vraiment magnifique, comprenant entre les raies B et H un angle de plus de 30 degrés, ce qui, avec un grossissement de dix fois environ, lui donne une longueur de plus de 1 mètre. Entre les raies D, on voit très-nettement la fine raie de nickel et deux ou trois raies telluriques; la raie b_2 est décomposée en trois. Quoique les prismes ne soient que des prismes d'essai, les raies se dessinent avec une netteté parfaite et l'on peut passer d'une extrémité à l'autre du spectre sans faire varier le tirage de la lunette. La région violette est d'une intensité remarquable. Sans avoir besoin de concentrer la lumière sur la fente, j'ai pu voir bien au delà des raies H, ce qui ne m'a jamais réussi avec un excellent spectroscope à un seul prisme de Steinheil. Ayant adapté le nouvel instrument à une petite lunette qui projetait l'image du Soleil sur la fente, j'ai pu voir sur tout le contour du disque les raies brillantes de l'hydrogène et du hélium se dessiner avec un éclat remarquable. »

CHIMIE. — *Sur les densités de vapeur*. Extrait d'une Lettre de M. L. TROOST à M. Dumas.

« Vous savez que je poursuis depuis plusieurs mois des expériences sur l'importante question des densités de vapeurs dites *anormales*, telles que celles du soufre, de l'acide hypoazotique, de l'acide acétique et de l'hydrate de chloral.

» Peut être ne jugerez-vous pas sans intérêt d'apprendre à l'Académie que certaines des questions que vous posiez d'une façon magistrale au début de votre dernier Mémoire ont déjà reçu une solution expérimentale.

» En effet, j'ai trouvé que la densité de vapeur de l'acide acétique reprend

sa valeur théorique, correspondante à 4 volumes, même aux températures voisines de 120 degrés, si l'on opère sous une très-faible pression.

» Il résulte de cette observation, rapprochée des travaux classiques de M. Cahours sur les densités de vapeur de l'acide acétique, déterminées à la pression de 760 millimètres, que l'excès de densité de la vapeur d'acide acétique observé par M. Cahours au voisinage de son point d'ébullition « doit être expliqué par un changement rapide du coefficient de dila» tation de la vapeur à l'approche de son changement d'état ».

» La densité de vapeur de l'acide hypoazotique reprend également, aux températures voisines de 22 degrés, sa valeur théorique correspondant à 4 volumes, si l'on opère sous très-faible pression.

» Au contraire l'excès analogue observé sur le soufre paraît devoir être expliqué « par une condensation polymérique des molécules du corps », d'après les expériences que j'ai faites sous de faibles pressions à 360 et à 440 degrés.

» Mon travail est presque complétement terminé ; j'aurai l'honneur d'en présenter prochainement les détails et les preuves à l'Académie. »

CHIMIE. — *Dissociation du carbonate de baryte.* Note de M. ISAMBERT.

« Le carbonate de baryte est presque indécomposable par la chaleur seule; cependant M. Abich a montré qu'il se transforme en baryte caustique à la température du feu de forge. Si le carbonate est mélangé avec du charbon, la décomposition est plus facile, et il suffit d'une bonne température rouge pour donner de la baryte et de l'oxyde de carbone, alors que, en l'absence du charbon, il n'y aurait pas eu de décomposition appréciable. On rend compte de l'action du charbon en admettant, comme je l'ai déjà indiqué [1], que le charbon maintient autour du carbonate une atmosphère dans laquelle la tension de l'acide carbonique est constamment nulle, et la décomposition, qui ne donne lieu qu'à une tension très-faible de ce gaz, peut se continuer indéfiniment. J'ai essayé de montrer expérimentalement qu'il en est réellement ainsi, et que le carbonate de baryte émet de l'acide carbonique à la température du fourneau à réverbère alimenté avec du charbon de bois. Pour le vérifier, je fais passer sur le carbonate de baryte pur, placé dans une nacelle de platine, un courant de gaz inerte,

---

[1] *Revue des Cours scientifiques*, 3 juin 1876, n° 49.

azote, oxyde de carbone, air atmosphérique. Le tube de porcelaine étant vernissé à l'intérieur, et les gaz qui arrivent sur le carbonate de baryte étant desséchés et privés d'acide carbonique, si on les fait rendre à la sortie du tube dans de l'eau de baryte, on constate, aussitôt que le tube atteint le rouge, la formation d'un précipité de carbonate de baryte, et l'action continue pendant toute la durée du passage du gaz.

» Pour avoir au moins approximativement une valeur de la tension du gaz acide carbonique, j'ai fait passer très-lentement l'azote sur le carbonate de baryte, un litre de gaz en quatre-vingt-six minutes, et le poids du carbonate formé a été de 255 milligrammes, ce qui correspond à 3 pour 100 d'acide carbonique et à une tension de 22 millimètres de mercure : c'est là évidemment une valeur minimum. On peut donc dire que le carbonate de baryte se décompose par la chaleur comme le carbonate de chaux, et que la tension de gaz émis par ce corps à une température voisine de celle de la fusion du cuivre est supérieure à 20 millimètres. En outre, pour qu'il ne restât pas de doute, j'ai constaté que le carbonate de baryte s'était transformé partiellement en baryte caustique. Le carbonate de baryte se comporte comme le carbonate de chaux, et les circonstances qui, suivant le beau travail de M. Debray, agissent pour accélérer la décomposition du carbonate de chaux, agiront de même sur le carbonate de baryte. »

CHIMIE. — *Mémoire sur la solubilité de la chaux dans l'eau;* par M. A. LAMY. (Extrait par l'auteur.)

« Dans son *Nouveau système de philosophie chimique,* publié en 1808, Dalton a signalé le premier ce fait curieux que la chaux est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et a donné, pour représenter cette solubilité, aux températures 15°,6 et 100 degrés, les nombres $\frac{100}{778}$, $\frac{100}{1270}$, que l'on trouve dans tous les Traités de Chimie.

» En 1821, Richard Philipps (¹) reprit les expériences de Dalton, trouva des nombres à peu près égaux à ceux de ce savant, et obtint de plus pour coefficient de solubilité, à une température voisine de zéro, le nombre $\frac{100}{650}$, sensiblement égal à 2 fois $\frac{100}{1270}$.

» Ces travaux des deux savants anglais sont les seuls, à ma connaissance, qui aient été publiés sur la solubilité de la chaux dans l'eau.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* t. XVI, p. 213; 1821.

» Ayant été conduit à m'occuper du même sujet, à l'occasion de recherches sur la solubilité de la chaux dans les jus sucrés [1], je fis une série de déterminations, dont je communiquai un résumé à l'Association pour l'avancement des Sciences, à Nantes, le 25 août 1875. Un des résultats les plus saillants de mon travail était une irrégularité, une sorte d'anomalie dans la loi de variation des nombres trouvés, comparée à la loi générale de variation des coefficients de solubilité de la plupart des substances minérales connues. Aussi, dans la crainte que cette irrégularité pût être attribuée, soit à une saturation incomplète des dissolutions étudiées, soit à un manque de pureté absolue de la chaux essayée, j'annonçai que je me proposais de répéter mes expériences en employant de l'hydrate de chaux cristallisé, que j'étais parvenu à préparer en quantités notables.

» Je recommençai donc de nouvelles déterminations dans l'hiver de 1875-1876; mais celles-ci, au lieu de faire disparaître l'anomalie constatée, ne la confirmèrent que davantage. De plus, elles me révélèrent de nouveaux éléments de variation de la solubilité, notamment le temps ou la durée plus ou moins grande du contact de la chaux et de l'eau, dont je n'avais pas tenu suffisamment compte, et plus encore le fait seul de la recalcination de la chaux hydratée.

» Pour compléter autant que possible l'étude de ces nouveaux éléments, je repris, pour la troisième fois, dans l'hiver de 1876-1877, la plupart des expériences que j'avais exécutées dans le courant des deux années précédentes.

» C'est le travail d'ensemble de ces trois années que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

» La détermination de la solubilité de la chaux, que l'on pourrait croire au premier abord aussi simple que rapide, présente pourtant des difficultés et exige des précautions que Dalton et Phillips n'avaient pas soupçonnées. Elle m'a conduit à observer un assez grand nombre de faits curieux, qui n'avaient pas encore été signalés, et qui, soit dit en passant, montrent que l'étude approfondie du phénomène, en apparence le plus simple, peut encore donner lieu à des observations nouvelles et intéressantes.

» Je ne puis entrer ici dans le détail des précautions que j'ai prises pour donner à mes expériences toute la précision possible; je me bornerai à extraire de mon Mémoire le tableau XVII, faisant connaître les solubilités

---

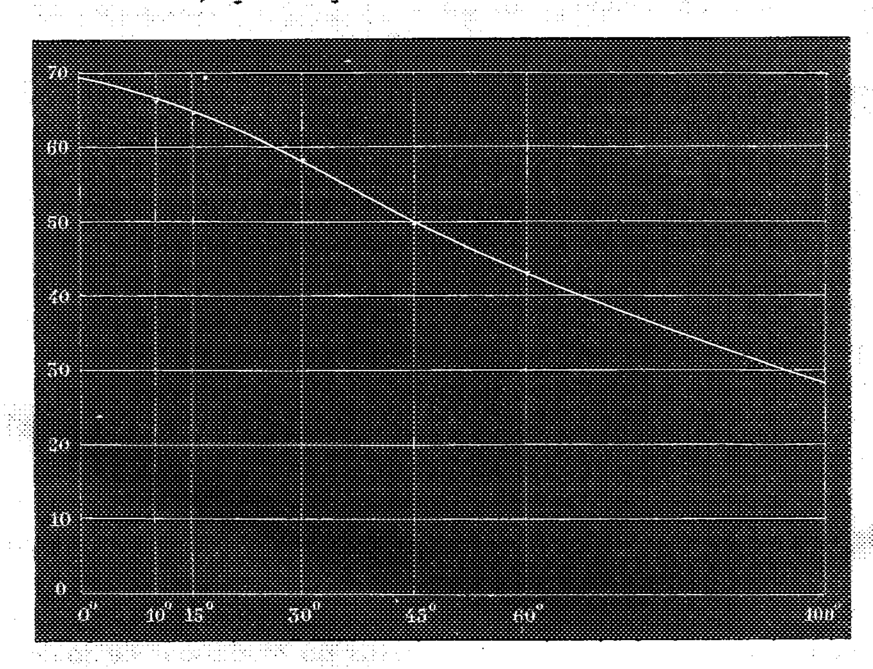
(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, t. III, p. 187 (1876).

de trois variétés de chaux, et à résumer les faits les plus importants que j'ai constatés :

TABLEAU XVII.

Température.	Chaux de nitrate [1].	Chaux de marbre.	Chaux déshydratée ou recuite au rouge.
°	gr	gr	gr
0	1,362	1,381	1,430
10	1,311	1,342	1,384
15	1,277	1,299	1,348
30	1,142	1,162	1,195
45	0,996	1,005	1,033
60	0,844	0,868	0,885
100	0,562	0,576	0,584

» Les nombres de ce tableau représentent la quantité de chaux anhydre contenue dans 1000 grammes de la dissolution. La loi de leur variation est figurée graphiquement par la courbe ci-dessous, dont la forme singulière est la même, quelle que soit la variété de chaux considérée.



» *Résumé*. — 1° La solubilité de la chaux pure dans l'eau peut varier

[1] Chaux du carbonate obtenu en précipitant le nitrate pur par le carbonate d'ammoniaque.

d'une manière permanente ou passagère, avec sa nature ou son origine, son état d'agrégation moléculaire, la température à laquelle elle a été préparée, sa déshydratation ou recalcination au rouge, la durée du contact avec l'eau, enfin un échauffement préalable plus ou moins élevé et soutenu du lait calcaire.

» 2° La chaux la moins soluble est celle qui provient du carbonate précipité du nitrate pur au moyen du carbonate d'ammoniaque. La plus soluble résulte de la calcination au rouge des chaux de diverses variétés, hydrate cristallisé, chaux de marbre ou de nitrate.

» 3° L'hydrate de chaux cristallisé ne se dissout qu'avec une excessive lenteur aux températures voisines de la glace fondante.

» 4° Plusieurs lavages successifs de la chaux, une simple élévation de température, de 30 à 45 degrés, du lait calcaire, diminuent momentanément la solubilité, tandis que la déshydratation ou le recuit au rouge l'exagère considérablement, et d'une façon permanente.

» 5° La solubilité est surtout notablement diminuée par une ébullition du lait de chaux, soutenue pendant une ou deux heures; l'effet produit ne s'affaiblit avec le temps, pour disparaître à peu près complétement, que si l'on a opéré sur de la chaux de marbre délayée depuis plusieurs mois. L'effet est permanent sur la chaux recuite, dont la solubilité est ramenée à celle de la précédente.

» 6° La solubilité des divers échantillons calcinés, plus ou moins fort et longtemps, variable dans l'origine, tend vers une limite qu'elle atteint après une durée de trois à six mois.

» 7° Pour toutes les variétés, les différences de solubilité sont moins marquées à 100 degrés qu'aux températures ordinaires, et sont d'ailleurs fort minimes.

» 8° Les nombres trouvés à zéro, 54 et 100 degrés, sont très-sensiblement différents de ceux donnés par Dalton et Phillips.

» 9° Quelle que soit la variété essayée, sa solubilité offre de 15 à 45 degrés une singularité représentée graphiquement par une inflexion en sens contraire de la courbe figurative de cette solubilité.

» 10° Cette sorte d'irrégularité n'est pas due à une différence dans le degré d'hydratation de la chaux au-dessus ou au-dessous de 30 degrés.

» 11° L'hydrate qui cristallise au-dessus de 60 degrés a la même composition chimique (CaO, HO), la même forme cristalline (prismes aplatis réguliers), et sensiblement la même densité (2,236) que l'hydrate produit à la température ordinaire.

» Enfin la proportion de chaux que renferme une dissolution est très-*affaiblie* par le fait seul de sa filtration, la fibre végétale du papier absorbant la chaux à la manière dont elle s'unit à certaines substances colorantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide trichloracétique anhydre.* Note de M. A. CLERMONT.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait voir que l'action de l'acide phosphorique anhydre sur le trichloracétate d'urée donne la trichloracétylurée, qu'on peut obtenir d'ailleurs en partant du chlorure de trichloracétyle; ces faits m'ont naturellement conduit à soumettre tour à tour l'acide trichloracétique à l'action de l'acide phosphorique anhydre et à celle du chlorure de trichloracétyle, encouragé dans cette voie par le succès obtenu par M. Berthelot dans son élégante préparation de l'acide azotique anhydre.

» J'ai pu obtenir ainsi un liquide incolore, d'une odeur faible, très-avide d'eau, bouillant à 223 degrés : c'est l'acide trichloracétique anhydre, dont les propriétés physiques feront l'objet d'une Communication que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement au jugement de l'Académie.

» Récemment, MM. Bukney et Thomsen (1) ont obtenu une très-petite quantité d'un liquide de même nature, bouillant entre 221 et 224 degrés, par l'action du chlorure de phosphore sur l'acide trichloracétique; je crois devoir faire remarquer que la production de l'anhydride trichloracétique n'est, dans ces conditions, que le résultat d'une réaction secondaire, expliquant très-bien le rendement si faible obtenu par les chimistes allemands. En effet, l'action du chlorure de phosphore sur l'acide trichloracétique donne naissance au chlorure de trichloracétyle, qui, réagissant à son tour sur l'acide trichloracétique en excès ou encore inattaqué, détermine la formation de faibles quantités d'anhydride trichloracétique.

» Le mode direct de préparation qui fait l'objet de cette Note répond à la formule très-simple

$$C^4Cl^3O^3,HO + C^4Cl^3O^2Cl = 2(C^4Cl^3O^3) + HCl. »$$

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1877, p. 698.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de la quercite.* Note de M. L. **Prunier**, présentée par M. Berthelot.

« I. L'acide chlorhydrique agit sur la quercite de trois manières différentes :

» 1° Étendu, il la dissout abondamment sans l'attaquer d'une manière sensible, même à +100 degrés. Au moins, retrouve-t-on la quercite avec tous ses caractères par simple évaporation.

» 2° Avec l'acide concentré, l'attaque se produit, et il y a substitution des éléments de l'acide chlorhydrique à ceux de l'eau.

» 3° Mais, si l'on emploie l'acide en grand excès et saturé à zéro ou même au-dessous, alors l'attaque précédente se complique d'une déshydratation, en sorte qu'on se trouve en présence également de la quercitane ou plutôt de ses dérivés chlorhydriques.

» II. Si l'on chauffe en tubes scellés, au bain-marie, de la quercite avec 20 ou 25 parties d'acide saturé aux environs de 10 degrés, on voit qu'au bout de quatre ou cinq jours le liquide n'a pas changé d'aspect. On se débarrasse de l'acide en excès par évaporation dans le vide, en présence d'acide sulfurique bouilli pour absorber l'eau, et de chaux caustique pour retenir l'acide. Il se produit ainsi une abondante cristallisation de quercite. Quant à l'eau mère, on l'étend d'un peu d'eau et on l'épuise par l'éther; l'éther dissout en très-petite quantité un corps blanc, grenu, cristallin, qui offre la composition centésimale de la quercite monochlorhydrique $C^{12}H^{10}(HCl)O^{8}$:

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{10}(HCl)O^{8}$.
C	39,5	39,4
H	7,0	6,3
Cl	19,9	19,4

Ce composé est soluble dans l'éther et l'alcool. Ce dernier l'attaque à chaud, de même que l'eau. Il fond vers 198 à 200 degrés. Dans tous les cas, ce corps se forme en très-petite quantité ($\frac{1}{10}$ au plus de la quercite mise en expérience).

» L'eau mère qui lui a donné naissance retient un autre produit organique chloré. Après avoir épuisé par l'éther, on épuise par le chloroforme, qui enlève des traces de chlorures alcalins et alcalino-terreux, puis on évapore à siccité au bain-marie, pour chasser l'éther, le chloroforme et l'acide chlorhydrique en excès.

» On arrive ainsi à une masse visqueuse, solidifiable à froid, mais non

cristallisable. Ce corps, sensiblement incolore à froid, brunit à chaud. Il est fort soluble dans l'alcool absolu, froid; après deux reprises successives, puis évaporation complète dans le vide sec, il a été analysé. C'est la *quercitane monochlorhydrique*. Le chlore a été dosé : 1° à l'état de chlorure d'argent; 2° par saponification au moyen de l'eau de baryte.

	Trouvé				Calculé
	I.	II.	III.	IV.	pour $C^{12}H^{8}(HCl)O^{6}$.
C.........	43,8	43,68	»	»	43,7
H.........	7,2	6,8	»	»	5,47
Cl.........	»	»	21,6	21,7	21,5

» III. Au lieu de chauffer au bain-marie, si l'on élève la température, la substitution chlorhydrique s'accentue, en même temps que la liqueur cesse d'être incolore, rougit, brunit ou même noircit d'autant plus que l'acide employé est plus concentré et la température plus élevée.

» Au bout de quinze heures de chauffe à 115 degrés, on a ouvert les tubes, distillé les $\frac{4}{5}$ de l'acide en excès, dilué la liqueur et finalement épuisé par l'éther. Ce dernier s'empare d'un composé légèrement teinté, qui cristallise par évaporation en longues aiguilles aplaties, dont la couleur se fonce au contact de l'air. Ce produit est fusible vers 155 degrés. Après dessiccation convenable, il a été analysé. Les chiffres conduisent à un éther trichlorhydrique de la quercite. J'ai trouvé, en centièmes : C = 33,2; H = 5,0; d'autre part, le chlore (chlorure d'argent) = 49,4 et par saponification à l'eau de baryte, 50 environ. La théorie indique, pour la quercite trichlorhydrique, $C^{12}H^{6}(HCl)^{3}O^{4}$, C = 33,1, H = 4,1, Cl = 48,9.

» IV. Pour arriver au composé saturé, j'ai réitéré l'action de l'acide chlorhydrique d'une part sur le produit trichlorhydrique ci-dessus obtenu, et d'autre part sur le liquide qui reste après épuisement à l'éther. Dans le premier cas, on obtient, toujours par solution éthérée, un produit en longues aiguilles minces, d'un jaune clair, fusible à + 102 degrés. C'est la quercite pentachlorhydrique $C^{12}H^{2}(HCl)^{5}$ (analyse I et IV).

» Dans le second cas, les cristaux sont plus courts, fusibles à + 104 degrés, moins purs que dans le cas précédent, mais ils représentent sensiblement le même corps (analyse II et III).

	Trouvé				Calculé pour $C^{12}H^{2}(HCl)^{5}$ Quercite pentachlorhydrique.
	I.	II.	III.	IV.	
C......	27,92	29,6	»	»	28,07
H......	3,00	»	»	»	2,72
Cl......	»	»	69,7	70,0	69,21

» Ces résultats établissent que ce composé est entièrement *exempt d'oxygène*, et sa composition centésimale lui assigne pour formule celle de l'éther pentachlorhydrique de la quercite. Il est soluble dans l'alcool, l'éther et même la benzine. Sa formule brute $C^{12}H^{7}Cl^{5}$ le rattache à celle de l'hexachlorure de benzine $C^{12}H^{6}Cl^{6}$, dans lequel 1 de chlore serait remplacé par 1 d'hydrogène. Je me propose de revenir prochainement sur ce point.

» V. J'ajouterai, en terminant, que les liquides incristallisables, dont les corps précédents ont été extraits au moyen de l'éther, évaporés au bain-marie, puis repris plusieurs fois par l'alcool absolu froid, ont donné en quantité considérable un corps dont la composition centésimale est tout à fait voisine du composé décrit plus haut, comme une *quercitane monochlorhydrique*; en sorte que ce composé, qui est le produit principal de l'opération, saponifié par l'eau de baryte (à laquelle il cède 21,8 pour 100 de chlore), a donné en définitive, par évaporation convenable, après neutralisation exacte à l'acide sulfurique, un nouveau corps, sensiblement incolore, qui ne cristallise pas par refroidissement.

» Ce composé, légèrement déliquescent, est soluble en presque totalité dans l'alcool (le résidu est de la quercite). Après deux redissolutions dans l'alcool absolu à froid et dessiccation dans le vide sec, il a donné à l'analyse les nombres correspondant à la *quercitane* $C^{12}H^{10}O^{8}$.

	Trouvé		Calculé
	I.	II.	pour $C^{12}H^{10}O^{8}$
C......	49,1	49,40	49,31
H......	7,2	7,07	6,85

» Je poursuis actuellement l'étude de ses propriétés physiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la nature des produits très-volatils contenus dans les benzines brutes.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**.

« Lorsqu'on rectifie les benzines brutes, on obtient une certaine quantité de produits qui distillent avant 80 degrés; ce sont ces produits dont nous avons entrepris l'étude.

» Si l'on abandonne ces liquides au repos, ils se divisent en deux couches: la couche inférieure, beaucoup plus lourde que l'eau, formée essentiellement de sulfure de carbone, et la couche supérieure, plus légère que l'eau.

» 1° En soumettant à la distillation cette couche supérieure, on recueille, avant 75 degrés surtout, du sulfure de carbone. Le produit qui distille entre 75 et 83 degrés étant traité par de la lessive de potasse ou de soude, ou par de la chaux éteinte dans un appareil à reflux, dégage des torrents d'ammoniaque, tandis qu'il se forme un acétate.

» Lorsque le dégagement de l'ammoniaque cesse, il reste dans l'appareil, avec l'acétate alcalin et l'excès d'alcali employé, un produit liquide qui, convenablement distillé et séché sur de la chaux vive, présente toutes les propriétés et les caractères de l'alcool éthylique anhydre. Ce produit a été caractérisé :

» *a*. Par son point d'ébullition;

» *b*. Par la formation de l'éther iodhydrique dont le point d'ébullition a été vérifié, ainsi que les principales propriétés chimiques;

» *c*. Par la production de l'éthylène et de la liqueur des Hollandais bromée $C^4H^4Br^2$, dont le point d'ébullition a été vérifié et trouvé à 132 degrés;

» *d*. Par le sulfovinate de baryte qui a été obtenu parfaitement pur, et dont l'analyse a donné des résultats ne laissant aucun doute.

» Le dégagement d'ammoniaque observé lors du traitement par les alcalis de la courbe supérieure des produits bruts est dû à la décomposition d'une quantité considérable de cyanure de méthyle ou acétonitryle (variant de 50 à 70 pour 100 du produit léger) qui, dans ces circonstances, fixe les éléments de l'eau en donnant naissance à de l'ammoniaque et à de l'acide acétique, qui sature peu à peu l'acide employé.

» La matière saline, résidu de l'opération, a été traitée par l'acide sulfurique, en vue d'en extraire l'acide acétique, qui a servi à former des acétates de soude et de baryte, et ce dernier a été analysé. On a préparé également de l'acide acétique concentré.

» En vue d'isoler le cyanure de méthyle, la couche liquide plus légère que l'eau, et débarrassée des produits lourds, a été mise à digérer sur du chlorure de calcium fondu et pulvérisé, afin de retenir l'alcool; le mélange a ensuite été soumis à la distillation au bain-marie.

» En répétant plusieurs fois ce traitement, on a enrichi considérablement le produit en cyanure, sans toutefois pouvoir enlever la totalité de l'alcool.

» 2° La couche liquide inférieure des produits bruts, distillant avant 80 degrés, est formée principalement par du sulfure de carbone, qu'il est

facile d'obtenir presque complétement pur par l'agitation avec de l'acide sulfurique concentré; en répétant ce traitement jusqu'à ce que l'acide sulfurique employé ne noircisse plus sensiblement et en rectifiant le produit au bain-marie, on obtient du sulfure de carbone très-pur, dont le point d'ébullition est fixe.

» Ce produit a été caractérisé :

» *a*. Par son point d'ébullition et par sa densité;

» *b*. Par le dosage du soufre, directement au moyen de l'hypobromite de potasse, qui transforme le soufre en acide sulfurique qu'on pèse à l'état de sulfate de baryte;

» *c*. Par la production du xanthéthylate d'ammoniaque, et du sulfocyanhydrate d'ammoniaque.

» Le sulfure de carbone se trouve mélangé dans la couche inférieure avec une certaine quantité, mais très-faible, de carbures d'hydrogène trèsvolatils, difficiles à séparer à cause de leur faible proportion, et de leur point d'ébullition voisin de celui du sulfure de carbone. Nous avons pu néanmoins isoler une certaine quantité de ces carbures en opérant de la manière suivante. On a recueilli à part la portion du produit distillant avant 40 degrés, on l'a additionnée d'alcool et d'ammoniaque et l'on a chauffé le mélange au bain-marie en vase scellé. On a transformé ainsi tout le sulfure de carbone en sulfocyanhydrate d'ammoniaque, soluble dans l'eau. Après refroidissement, on a traité par l'eau, afin d'enlever le sulfocyanhydrate, ainsi que l'excès d'alcool et d'ammoniaque, et le produit insoluble et plus léger que l'eau a été séché, puis distillé. Le liquide ainsi obtenu, exempt de sulfure de carbone, est un mélange de carbures absorbables par le brome et riche en amylène.

» En résumé, indépendamment des carbures d'hydrogène déjà signalés dans la partie des huiles de houille qui distille avant la benzine, nous avons trouvé et caractérisé : l'alcool ordinaire, le cyanure de méthyle et le sulfure de carbone; ces deux derniers sont en proportions telles, qu'il serait avantageux industriellement de traiter ces produits légers en vue de fabriquer de l'acétate de soude et de l'ammoniaque par la décomposition du cyanure de méthyle et d'extraire le sulfure de carbone. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'emploi des disques rotatifs pour l'étude des sensations colorées* (suite) : *De l'harmonie des couleurs* (¹). Note de M. **A. Rosenstiehl.** (Extrait.)

« J'ai insisté, dans mes Notes précédentes, sur la différence qu'il faut faire, quand il s'agit de modifications d'une couleur par le blanc ou par le noir, entre le *mélange des matières* et le *mélange des sensations*. Il ne sera question que de ce dernier cas. Pour abréger le langage, je donnerai le nom de *groupe* à l'ensemble des dérivées d'une seule couleur franche, que l'on obtient, à l'aide du disque rotatif, en mélangeant l'impression de cette couleur à celle de la lumière blanche, du noir absolu, ou des deux à la fois. Je désignerai par *série* les groupes correspondant à *deux couleurs franches complémentaires*.

» Je me suis préparé une collection de couleurs en copiant celles qui ont été obtenues à l'aide du disque rotatif; chacune de ces couleurs est représentée par deux chiffres, l'un désignant l'angle du secteur de la couleur franche, l'autre l'angle du secteur blanc. Ces couleurs me servent de guide quand il s'agit de colorier un dessin.

» Je choisirai un exemple caractéristique : c'est mon premier essai fait en 1870-1871. Il s'agissait d'un dessin représentant des fleurs grises sur fond noir, dans lequel l'unique couleur franche était un orangé jaune, coloriant quelques ornements accessoires. L'ensemble, tel que l'artiste l'avait conçu, était extrêmement incolore. L'idée me vint de mettre en pratique un précepte de M. Chevreul, qui recommande, pour relever l'éclat d'une couleur franche, de l'entourer d'un espace coloré en gris teinté par la complémentaire de cette couleur. Je remplaçai le gris normal des fleurs par un gris vert-bleu, complémentaire de l'orangé-jaune : au noir formant la taille-douce du dessin, je substituai un orangé-jaune très-rabattu et très-foncé. Les fleurs et les ornements acquirent sur le fond noir une sorte

(¹) J'hésiterais à traiter ce sujet délicat si, pour apprécier le résultat de mes expériences, j'en eusse été réduit à me fier à mon propre jugement. Si je me permets de poser, avec confiance, quelques principes, qui sont le développement de ceux qui résultent des travaux de M. Chevreul sur le contraste simultané des couleurs, c'est que je me suis trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables pour cette étude. Attaché à une grande fabrique d'impressions de l'Alsace, j'ai eu pour mission de colorier des étoffes destinées à l'ameublement. Cette situation m'a donné, pour critiques, mon entourage, formé d'hommes ayant l'expérience de la couleur et de la convenance d'un coloris et, pour juge définitif, le public, dont l'avis favorable se traduisait par une vente d'autant plus étendue, que le problème que je m'étais posé était mieux résolu.

d'éclat métallique, et le succès vint justifier le principe qui avait servi de guide.

» J'assortis alors un certain nombre de dérivées d'une couleur franche avec celles de la couleur complémentaire. Je réussis à juxtaposer des couleurs franches de la même série, telles que l'orangé-jaune et le bleu, le rouge et le vert-bleu, sans obtenir des contrastes durs.

» Voici encore une autre observation : j'ai classé, à l'aide du disque rotatif, les couleurs employées dans l'industrie des toiles peintes, afin de réunir celles qui sont complémentaires entre elles, et de trouver la place qui leur convient dans les cercles chromatiques de M. Chevreul. J'ai constaté qu'elles se répartissent d'une manière fort inégale dans cette construction. Tandis que le jaune-orangé, et notamment le cinquième orangé, y étaient représentés par de nombreux dérivés, le bleu complémentaire n'existait pas dans la palette industrielle. L'outremer et le bleu de France (cyanure de fer), seuls employés alors, sont complémentaires d'une couleur voisine du premier ou du deuxième jaune du cercle chromatique de M. Chevreul.

» Industriellement, ces bleus n'étaient pas assortis à ce jaune, mais, quand le dessin le permettait, à l'orangé-jaune. L'ensemble était trop rouge. Je crus rectifier cet assortiment, en unissant ces bleus avec leur complémentaire, dont la nuance est voisine de celle du chromate neutre de plomb. Le coloris fut apprécié comme *meublant trop mal* et rejeté. En renversant alors la question, je fis un autre coloris, où, maintenant l'orangé-jaune, je remplaçai le bleu de France par le vert-bleu complémentaire. L'effet de cet assortiment a été trouvé très-agréable et préféré à la combinaison du bleu de France avec l'orangé-jaune.

» Cette expérience me fit voir que certains couples de couleurs complémentaires se prêtent mieux que d'autres à l'ameublement, et que l'orangé-jaune, notamment, joue dans la décoration un rôle tout particulier. J'en vins alors à essayer d'assortir la couleur de l'étoffe avec la couleur du bois des meubles qui doivent orner la même pièce. J'appliquai aux divers bois le procédé que j'avais employé pour classer les étoffes colorées : je déterminai la complémentaire de leur couleur. Je trouvai ainsi que le palissandre et l'acajou font partie du groupe du cinquième orangé et de l'orangé-jaune ; le chêne et le noyer naturel au deuxième, et l'érable au troisième orangé-jaune. Il était évident, dès lors, pour moi, que les coloristes avaient peu à peu désigné un certain nombre de couleurs convenant à l'ameublement, parce qu'elles s'assortissent bien avec le bois des meubles. Je fus ainsi conduit à faire des coloris assortis spécialement à l'acajou, que la vente a accueillis favorablement.

» Allant plus loin dans ces recherches, je reconnus que la couleur que les peintres appellent *chair*, parce qu'elle représente la couleur moyenne du corps humain, dérive de l'orangé-jaune. On peut la produire à l'aide du disque rotatif, en le couvrant de secteurs égaux de cette couleur et de blanc, qui comprend, on se le rappelle, l'acajou; bien plus, la couleur des cheveux bruns appartient aussi à cette série, tandis que celle des cheveux blonds dérive du premier ou du deuxième orangé-jaune, série à laquelle appartient aussi la couleur du noyer naturel. Je signale cette coïncidence remarquable, qui, j'en suis convaincu, n'est pas un effet du hasard.

» Je me borne à résumer le résultat de l'expérience que j'ai acquise, par les propositions suivantes :

» I. *Coloris dérivé d'une seule couleur franche.* — Les couleurs qui dérivent d'une seule couleur franche, c'est-à-dire qui ont même complémentaire, forment entre elles des assortiments harmonieux. On réalise ainsi ce que M. Chevreul appelle *harmonie d'analogues.*

» II. *Coloris dérivés de deux couleurs franches.* — L'assortiment le plus agréable est celui de diverses couleurs dérivées de deux complémentaires. L'harmonie qui en résulte a été appelée par M. Chevreul *harmonie de contraste.* A cette proposition, il convient de joindre encore celle-ci : Les surfaces occupées par les couleurs complémentaires doivent être telles qu'elles soient représentées, dans la composition, par le même rapport que dans la lumière incidente. Quand l'étendue de chaque couleur est assignée par le dessin, il faut choisir, parmi les dérivées, celles qui remplissent cette condition. Les chiffres qui représentent les relations des dérivées avec la couleur franche, et qui sont inscrits sur mes tableaux, servent de guide pour l'arrangement des coloris.

» III. *Coloris dérivés de trois couleurs franches.* — Mon expérience ne s'étend pas encore à ces coloris; mais, à défaut d'expériences, s'il est permis de conclure par analogie, les principes énoncés ci-dessus se confirmeront pour trois et plusieurs couleurs, pourvu qu'elles soient choisies de telle manière, que, par leur nuance et par l'étendue qu'elles occupent, elles puissent reproduire la lumière incidente.

» IV. Quand, au lieu d'assortir des couleurs complémentaires par rapport à la lumière incolore, on les choisit complémentaires par rapport à une lumière colorée, on réalise ce que M. Chevreul appelle *harmonie d'une lumière colorée dominante.* La plus agréable à l'œil est celle de l'orangé-jaune, qui compte, parmi ses dérivées, les couleurs de l'or, celle du corps humain et du bois de meubles; un pareil coloris présente cet aspect particulier, que les artistes appellent *chaud.* »

MINÉRALOGIE. — *De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour la détermination des espèces minérales contenues dans les plaques minces de roches éruptives.* Note de M. **A.-Michel Lévy**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat d'un travail sur la détermination minéralogique des éléments cristallisés contenus dans les plaques minces des roches éruptives au moyen des extinctions qu'ils subissent dans la lumière parallèle entre deux Nicols croisés.

» L'orientation cristallographique de ces éléments est généralement indéterminée, et l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle est seul possible à cause de la petitesse des cristaux et de l'extrême minceur qu'on est obligé de donner à la plaque pour la rendre suffisamment transparente. Mais ces inconvénients sont compensés par le grand nombre de cristaux sur lesquels on peut opérer, et par l'allongement favori de certaines espèces minérales suivant une arête déterminée.

» Je me suis proposé d'étudier la variation des positions d'extinction d'un minéral donné, suivant toutes les sections qu'il peut présenter parallèlement à son arête d'allongement, en cherchant l'angle de chaque position d'extinction avec cette arête de direction constante. Il convient, en effet, de remarquer que les sections appartenant à cette zone pourront généralement se distinguer à première vue dans une plaque mince et frapperont l'œil par leur allongement caractéristique et par la relation connue de cet allongement avec les clivages faciles.

» Lorsque l'arête de zone est contenue dans un plan principal d'élasticité, le maximum absolu de l'angle d'extinction n'a pas toujours lieu dans le plan; si l'on suppose l'arête de zone située dans le plan des axes optiques et faisant, avec la bissectrice de leur angle aigu $2V$, un angle plus grand que $\frac{\pi}{2} - V$, plus petit que $\frac{\pi}{2} + V$, le maximum absolu ne coïncide pas avec l'angle d'extinction constaté dans le plan des axes optiques.

» Voici les résultats numériques obtenus pour quelques-uns des principaux minéraux des roches éruptives, en partant des données dont la Science est redevable à M. Des Cloizeaux.

» *Pyroxène.* — L'allongement habituel des microlithes de pyroxène a lieu suivant l'arête $h^1 g^1$. Dans cette zone, les extinctions, rapportées à la longueur des microlithes, oscillent entre zéro et 36 degrés.

» Le diallage ne se présente pas en général avec des formes extérieures bien définies, mais on peut rapporter ses extinctions à la trace du plan de clivage le plus facile h^1; dans la zone $h^1 g^1$, elles oscillent entre zéro et 39 degrés; elles atteignent le même maximum dans la zone $p^1 g^1$, et il y a plus de sept chances sur neuf de tomber dans cette dernière zone sur des extinctions comprises entre 35 et 39 degrés.

» *Amphibole.* — La hornblende est généralement allongée, comme le pyroxène, suivant l'arête $h^1 g^1$; dans cette zone, ses extinctions se font constamment à peu près suivant sa longueur et n'atteignent pas habituellement un maximum de 15 degrés. Ce dernier angle peut être considéré comme caractéristique de l'actinote.

» *Épidote.* — L'allongement habituel de l'épidote suivant ph^1 donne à ses cristaux une extinction constamment longitudinale; mais, le plus souvent, l'épidote se présente en petites lamelles irrégulières présentant un clivage très-marqué suivant p; les extinctions de la zone pg^1, rapportées aux traces de ce clivage facile, oscillent entre zéro et 29 degrés.

» *Sphène.* — Les granules irréguliers du sphène présentent souvent des clivages marqués suivant mm; quand ces clivages sont parallèles entre eux, on a affaire à la zone $h^1 g^1$ et le sphène y présente tous les angles possibles d'extinction entre zéro et 45 degrés.

» *Orthose.* — Les microlithes d'orthose sont souvent allongés suivant l'arête pg^1; dans cette zone, quelle que soit la position des axes optiques de l'orthose, l'extinction oscille entre zéro et 5 degrés.

» L'orthose en grands cristaux porphyroïdes est parfois allongé suivant $h^1 g^1$; les extinctions sont dans cette zone très-variables, suivant la position des axes optiques.

» *Feldspaths tricliniques.* — Quand ils se présentent en microlithes, leur allongement a lieu suivant pg^1; s'ils sont porphyroïdes, on doit rechercher ceux dont les lamelles, hémitropes suivant la loi de l'albite, s'éteignent symétriquement de part et d'autre de la ligne de macle.

» J'ai récemment appliqué ces données à la détermination des feldspaths tricliniques de quelques séries de roches. Dans les ophites des Pyrénées, j'ai pu notamment distinguer une série à oligoclase et une autre à labradorite.

FELDSPATHS.	ZONE pg^1. Microlithes allongés suivant pg^1.		ZONE PERPENDICULAIRE A g^1. Extinctions symétriques de part et d'autre de la macle, ou sections non maclées presque rectangulaires.	
	Extinctions rapportées à la longueur des microlithes.	Extinctions de deux lamelles hémitropes suivant la loi de l'albite.	Extinctions rapportées à la trace du plan g^1.	Extinctions de deux lamelles hémitropes suivant la loi de l'albite.
Microcline..	0° à 16°	0° à 31°	0° à 18°0'	0° à 36°0'
Albite......	0 à 19	0 à 12	0 à 15.45	0 à 31.30
Oligoclase..	0 à 2	0 à 3	0 à 18.30	0 à 37
Labradorite.	0 à 17 ou à 27	0 à 18	0 à 31.15	0 à 62.30
Anorthite...	0 au delà de 30	0 au delà de 40	0 au delà de 37.21	0 au delà de 74.42

MINÉRALOGIE. — *Sur la leadhillite de Matlock.* Note de M. **Ém. Bertrand**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« La leadhillite n'a été trouvée jusqu'à présent que dans un petit nombre de localités dont les principales sont : Leadhills, en Écosse, Mala-Calzetta en Sardaigne, et Nertschinsk, en Sibérie. J'ai trouvé récemment un échantillon de ce minéral venant de Matlock, en Derbyshire.

» La leadhillite de Matlock, d'après les quelques angles que j'ai pu mesurer, paraît identique cristallographiquement aux leadhillites déjà connues; on y observe les mêmes macles, et je n'ai trouvé de différence que dans les propriétés optiques.

» L'écartement des axes dans l'air est, pour la lumière jaune, $2E = 72°$; tandis que pour la leadhillite d'Écosse et de Sardaigne on trouve $2E = 21°$ environ.

» L'influence de la chaleur sur l'écartement des axes est également différente. Tandis que dans la leadhillite d'Écosse et de Sardaigne, les axes se rapprochent jusqu'à se réunir à une température d'environ 150 degrés [1], température au delà de laquelle le minéral devient opaque, la

(1) Des Cloizeaux, *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels et artificiels*, etc., t. XVII des *Mémoires présentés par divers savants à l'Institut de France*, année 1867.

leadhillite de Matlock peut être chauffée jusqu'à 225 à 250 degrés sans devenir opaque; et les axes optiques ne se rapprochent que très-peu; l'écartement devient vers 250 degrés $2E = 66°$.

» La chaleur ne semble pas modifier la position de la bissectrice, ni dans la leadhillite de Matlock, ni dans celles de Leadhills ou de Sardaigne. A une température supérieure à 250 degrés, mais que je n'ai pu préciser exactement, la leadhillite de Matlock décrépite fortement, tandis que la leadhillite d'Écosse décrépite fort peu, mais devient opaque à une température de 150 degrés environ, bien inférieure, comme on voit, à celle que la leadhillite de Matlock peut supporter sans éprouver d'altération.

» N'ayant qu'un échantillon du minéral de Matlock, je n'ai pas voulu le sacrifier pour en faire l'analyse, mais il serait intéressant, lorsque l'on pourra en trouver de nouveaux échantillons, de voir s'il y a quelques différences dans la composition chimique, particulièrement dans la proportion d'eau, entre le minéral de Matlock et celui des autres localités.

» La leadhillite de Leadhills est quelquefois accompagnée d'une autre espèce minérale, la suzannite, dont les angles, très-voisins de ceux de la leadhillite, et l'identité dans la composition chimique, ont souvent fait penser à réunir en une seule espèce ces deux minéraux, qui ne différeraient que par le système cristallin, la suzannite étant rhomboédrique d'après les mesures de M. Miller, et la leadhillite étant orthorhombique, d'après Haidinger, ou clinorhombique, d'après les dernières recherches de M. Laspeyres [1].

» Je citerai un échantillon de Leadhills où j'ai trouvé des cristaux blancs ou légèrement gris à une extrémité, montrant deux axes optiques à 21 degrés d'écartement, et verts à l'autre extrémité, montrant un seul axe optique.

» Un autre cristal montre au milieu une partie grise à deux axes optiques et aux deux extrémités deux pointements verts formés de trois faces ne possédant qu'un seul axe optique. Enfin j'ai constaté sur des lames de clivage une partie centrale à deux axes optiques, entourée d'une bordure à un seul axe.

» Ces cristaux verts dont je viens de parler, et qui ont été considérés jusqu'à présent comme de la suzannite, sont-ils de la leadhillite dont l'écartement des axes serait nul, ou sont-ils réellement de la suzannite, et doit-on en conclure que la suzannite n'est autre chose que de la leadhillite

(1) *Zeitschrift für Krystallographie* de P. Groth, 1877, n° 2, p. 193.

à écartement des axes nul, ou bien doit-on voir dans ces groupements un phénomène analogue à celui que M. Des Cloizeaux a signalé pour le clinochlore et la kammerérite du Texas en Pensylvanie?

» Cette question me paraît assez difficile à résoudre, surtout ne connaissant pas les échantillons types de suzannite qui se trouvent au musée de Cambridge, et notamment les cristaux noirs de localité douteuse, supposée être Moldawa en Banat. Dans tous les cas, je crois devoir attirer l'attention des minéralogistes sur ces deux faits nouveaux, de l'existence d'une leadhillite à axes optiques écartés de 72 degrés, et d'un groupement intime de leadhillite et de suzannite.

» Ces deux observations ne permettent pas d'établir que la leadhillite et la suzannite ne sont qu'une même espèce, surtout après les travaux de minéralogistes tels que Miller, Brooke, Haidinger, etc..., mais elles montrent encore de nouvelles analogies entre ces deux minéraux déjà si voisins et par la composition chimique et par les angles que présentent les cristaux. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouvel appareil à densité.* Note de M. **F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le caractère de la densité est très-important en Minéralogie, puisque, étant donnée la connaissance de l'élément électronégatif d'un minéral (caractère facile à obtenir, au moyen de quelques essais au chalumeau), un simple essai de densité, joint à celui de la dureté, suffit ordinairement pour déterminer l'espèce. Pour les silicates surtout, la détermination de la densité est un des meilleurs moyens de reconnaissance, ainsi que pour les nombreux sulfures, arséniures métalliques et leurs combinaisons, minéraux presque toujours gris et difficiles à distinguer, surtout en l'absence de formes cristallines. En supposant même qu'on eût affaire à un corps cristallisé, il y a peu de personnes, s'occupant de Minéralogie à un point de vue tout pratique, qui puissent tirer de ce caractère le même parti qu'un minéralogiste cristallographe exercé. Dans quelques cas, les essais au chalumeau suffisent pour reconnaître entièrement le minéral; mais, le plus souvent, une analyse qualitative seule ne suffit point, et c'est alors qu'il est utile de connaître la densité et la dureté.

» Pour la détermination de la dureté, l'échelle de Mohs est très-pratique et généralement adoptée; pour la densité, on a proposé différents moyens, dont les uns donnent des résultats très-exacts, comme la méthode du flacon

et celle de la balance hydrostatique, tandis que les autres donnent des résultats seulement approximatifs, comme l'aréomètre de Nicholson et la balance de Jolly. De ces deux derniers instruments, le premier présente des inconvénients pour l'observation, et le second, à cause de son volume, ne peut servir en voyage.

» L'appareil dont je vais donner la description, tout en ne fournissant que des résultats approchés, remplit parfaitement toutes les conditions d'un instrument pratique et de voyage en même temps. De plus, comme il est nécessaire pour son emploi d'avoir une petite balance avec des poids, le minéralogiste voyageur peut avoir à sa disposition de quoi faire en même temps des analyses quantitatives.

» L'appareil à densité se compose d'un réservoir en verre cylindrique, de la capacité de 5 centimètres cubes environ, fermé, comme dans les flacons à densité ordinaires, par un bouchon percé portant un trait à l'extrémité de sa tige; ce réservoir est soudé à un tube ayant environ 4 millimètres de diamètre intérieur et une longueur de 25 centimètres. Ce tube fait avec le réservoir un angle de 45 degrés; il est divisé en cinquantièmes de centimètre cube, avec une capacité de 3 centimètres cubes environ. Le zéro de l'appareil est sensiblement sur la ligne horizontale, aboutissant au trait de la tige du bouchon, quand on tient le tube dans une position verticale. Pour prendre une densité, on commence par peser le minéral, réduit autant que possible en petits fragments uniformes, sur une petite balance à main, sensible à 5 milligrammes. On prend de 2 à 3 grammes, si c'est possible, surtout pour les substances très-denses. L'appareil est ensuite rempli d'eau jusque près de l'orifice de l'ouverture du réservoir, en ayant soin de tenir ce dernier dans une *position verticale;* on bouche avec soin et l'on place le doigt à l'extrémité de la tige du bouchon, pour empêcher le liquide de sortir quand on place à son tour le tube gradué dans une position verticale; on ouvre alors graduellement l'ouverture de la tige, de manière à faire venir le liquide du réservoir *jusqu'au trait marqué*, et l'on observe sur le tube gradué la hauteur du liquide. Avec un peu de tâtonnement, en épongeant avec du papier à filtre l'eau qui sort du bouchon, on peut arriver à mettre le liquide juste au zéro; mais ce moyen est inutile, pourvu qu'on soit très-près de ce point et qu'on note exactement la division servant de point de départ. Cela fait, on incline de nouveau l'appareil pour le remettre dans la première position, on enlève avec soin le bouchon sans y laisser de liquide, et l'on introduit dans le réservoir le minéral pesé; on referme l'appareil avec les mêmes précautions, on le redresse et on lit

l'augmentation de volume. Une simple soustraction donne le volume qui sert à calculer la densité. Comme on évalue facilement la moitié d'une division, on aura encore une approximation suffisante pour tous les besoins pratiques du minéralogiste. Cette détermination se fait en moins de cinq minutes, et l'on peut essayer ainsi même des sables naturels qui restent alors dans la partie courbe de l'appareil. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences démontrant le rôle de l'air introduit dans les systèmes artériel et veineux.* Note de M. V. FELTZ, présentée par M. Ch. Robin.

« Les remarquables expériences de M. P. Bert [1] sur la décompression brusque ayant démontré que les gaz du sang peuvent devenir libres, les savantes investigations de M. Jamin [2] ayant établi que la circulation d'index liquides séparés par de petites colonnes d'air ne peut avoir lieu dans des tubes capillaires que sous des pressions énormes, j'ai voulu étudier d'une manière spéciale les effets de l'introduction de l'air dans le système artériel et répéter, dans des conditions favorables à la détermination de la tension intra-cardiaque, les expériences d'injection d'air dans les veines, de Bichat, d'Amussat, de Nysten et d'Oré. J'ai surtout cherché à préciser le rôle que ces embolies gazeuses artérielles ou veineuses peuvent jouer dans la décompression brusque.

» Ces injections d'air en quantité de 20, 15, 10, 8, 4, 2 et 1 centimètres cubes dans le *système aortique* de dix chiens m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° L'introduction d'air dans le cœur gauche, par une sonde suivant la carotide, donne lieu à des accidents nerveux généralisés entraînant la mort au bout de quelques minutes, parfois après quelques heures. Détachés de la planche, les chiens tombent plus ou mois paralysés des mouvements et de la sensibilité ; ils exécutent souvent des mouvements de manége pour être pris ensuite de convulsions épileptiformes ou rhythmiques reproduisant les gestes de la marche. Le pouvoir réflexe de la moelle est diminué, aboli ou exagéré. Les sphincters sont relâchés ou convulsés, le cœur bat irrégulièrement, la respiration est spasmodique.

---

[1] PAUL BERT, *Pression barométrique*, p. 939 et suivantes.

[2] JAMIN, *Leçons sur les lois de l'équilibre du mouvement des liquides dans les corps poreux*. Paris, 1861, p. 4 et suivantes.

» 2° A la suite d'injection d'air dans l'aorte abdominale, j'ai toujours vu des symptômes de paraplégie passagers ou permanents, très-souvent des troubles respiratoires entraînant la mort par asphyxie. Cette complication survient lorsque l'on porte la canule au delà du diaphragme. Le pouvoir excito-moteur de la moelle est parfois exagéré. La paralysie rectale et vésicale ne s'est présentée qu'une fois.

» 3° Le passage de l'air dans le cercle cérébral par injection dans une collatérale de la carotide amène plus ou moins de paralysie de la mobilité et de la sensibilité avec prédominance des signes de l'un ou de l'autre côté. Le pouvoir de la moelle reste entier et les excitations périphériques provoquent les mouvements automatiques de la course. Les sens peuvent être atteints : j'ai vu un chien rester aveugle trois jours. Le cœur et les poumons sont rarement troublés. La scène se termine souvent par des spasmes tétaniques.

» L'autopsie permet de constater plus ou moins de bulles dans les artérioles et les capillaires des territoires dépendant du centre d'injection; les bulles sont enclavées dans le sang des capillaires ou réunies sous forme d'index divisant et subdivisant en tronçons les colonnettes du sang. Cette disposition se voit à la loupe dans le système nerveux central, dans les terminaisons des artères diaphragmatiques, des mésentériques, dans les capillaires des capsules rénales, dans les artères musculaires du cœur, etc.

» Les méninges, les toiles choroïdiennes des ventricules, la substance grise du cerveau ou de la moelle sont souvent le siége de petits infarctus hémorrhagiques qui font place, si la vie se prolonge, à des foyers de ramollissement. Le cœur ne renferme de gaz qu'en cas de mort subite : je n'en ai trouvé qu'une fois dans le cœur droit, je n'en ai jamais vu dans les veines.

» L'étude comparative des lésions matérielles et des troubles physiologiques montre que l'action de l'air dans les artères se traduit par des arrêts mécaniques de la circulation dans certain territoires capillaires, principalement ceux du système nerveux central qui sont les plus fins. Les bulles d'air, mélangées au sang et incessamment battues par ce liquide, rendent le passage dans les capillaires d'autant plus difficile que l'étroitesse de ceux-ci augmente : la rupture possible de certains canaux ne laisse pas de doute à cet égard. La persistance des symptômes prouve avec les lésions anatomiques que la progression du sang dans les réseaux capillaires est très-difficile en cas d'obstruction de leurs lumières par des index gazeux dont l'élasticité équilibre les efforts cardiaques. Le retour possible à l'état normal démontre qu'il peut y avoir diffusion des embolies aériennes.

» Il est impossible de provoquer chez le chien le moindre signe morbide, par aspiration thoracique d'air dans le *cœur droit* à travers des tubes de verre enfoncés jusqu'au thorax, dans les veines axillaires et jugulaires maintenues béantes de cette façon. Pour pouvoir apprécier la tension intra-veineuse, en cas d'injection d'air dans le système veineux, je mets les veines *crurale* ou *jugulaire* en communication avec un tube à robinet ayant prise sur un flacon à trois tubulures, dans lequel je place assez d'eau pour que 50 centimètres cubes

d'air introduit par la seringue fassent monter l'eau dans le tube médian, à une hauteur de 50 centimètres.

» J'ai pu m'assurer par une série d'expériences portant sur vingt chiens qu'il n'y a mort que lorsque la masse d'air introduite dans la veine fait équilibre à une hauteur d'eau de 35 centimètres. Si l'on procède lentement en n'injectant 50 centimètres cubes que de dix en dix minutes, on arrive à des quantités d'air énormes, de 750 à 1200 centimètres cubes, sans même produire de syncope. Les sels troubles qui se révèlent sont le froissement intracardiaque, l'accélération de la respiration et quelque peu de prostration cérébrale. Injecte-t-on plus rapidement, l'animal tombe en syncope avec 100, 150 et 200 centimètres cubes d'air et une tension intra-veineuse de 15 à 20 centimètres de hauteur d'eau. L'état syncopal ne dure que quelques instants, les battements du cœur reprennent très-vite, les inspirations, d'abord rares et profondes, deviennent de plus en plus fréquentes, puis régulières, et la tension retombe à zéro, si bien qu'au bout d'une demi-heure ou trois quarts d'heure l'animal est remis, toutes preuves de l'élimination rapide de l'air par les poumons. Agit-on par introduction immédiate de 100 à 200 centimètres cubes d'air, les animaux succombent très-vite par syncope asphyxique; en ce cas, la colonne d'eau indiquant la tension ne tombe jamais au-dessous de 35 centimètres; elle équilibre donc, en ce moment, la force contractile du cœur droit.

» A l'autopsie, on surprend l'air confiné dans le système veineux depuis le point d'injection jusqu'au cœur droit qui est rempli de mousse rouge. Il en est de même de l'embouchure de la veine cave supérieure et des artères pulmonaires. Le cœur gauche, les veines pulmonaires, l'aorte sont toujours exempts d'air. Les poumons sont distendus; la pression atmosphérique ne les réduit que très-lentement. L'air injecté dans les veines ne pénètre donc pas dans les artères, il se perd dans les poumons qui l'exhalent, d'où l'accélération de la respiration. Il est facile, pendant la vie de l'animal, de prouver que l'air des veines ne gagne pas le système aortique : on n'a qu'à découvrir sur plusieurs points les veines et les artères; la transparence des tuniques veineuses d'une part, de petites saignées artérielles d'autre part, ne laissent pas de doute sur l'absence absolue de mousse. Si la pénétration de l'air du système veineux dans les artères était facile, on verrait, chez quelques animaux au moins, les troubles nerveux qui caractérisent la présence d'embolies gazeuses artérielles.

» *Conclusions.* — La présence d'air gazeux dans le système aortique, même en très-minime quantité, provoque des accidents dont la gravité varie selon les territoires vasculaires dans lesquels s'engagent les embolies gazeuses; c'est ce qui me fait penser que les troubles et les lésions qui caractérisent la décompression brusque tiennent à des embolies gazeuses artérielles. Le cœur gauche, malgré sa force contractile, ne parvient que bien rarement à chasser les bulles d'air des artères dans les veines, ce qui est démontré par la durée des symptômes et les modifications cadavériques. Le retour possible des fonctions normales fait supposer qu'en certains cas les index gazeux peuvent être résorbés.

» L'introduction d'air dans le système veineux est presque sans danger, car l'air ne tue qu'autant qu'il fait équilibre par sa tension à la puissance

contractile du cœur droit, qui peut être évaluée à la pression d'une colonne d'eau de 35 centimètres de hauteur. Ce résultat s'explique par la facilité de l'élimination de l'air dans les poumons et prouve que les embolies gazeuses veineuses sont pour bien peu de chose dans les accidents dus à la décompression brusque. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la fonction des moisissures et leur propriété d'intervertir le sucre de canne, à l'occasion d'une Note de M.* U. Gayon; par M. A. **Béchamp**. (Extrait.)

« Dans un travail récent (*Comptes rendus*, p. 52 de ce volume), M. Gayon s'exprime comme il suit :

« M. A. Béchamp a annoncé, en 1858, que les moisissures ont la propriété de transformer le sucre de canne en sucre interverti, à la façon du ferment inversif que sécrète la levûre de bière [1]. Il résulte de mes observations que toutes les moisissures n'agissent pas ainsi... Les petites plantes unicellulaires que M. Pasteur a désignées sous le nom de *torulas* ont aussi la faculté de créer un ferment inversif; comme elles se développent souvent dans des liquides exposés à l'air ordinaire, on doit craindre que leur présence ne trouble également l'action des autres moisissures... »

» M. Gayon n'a cité de mes recherches qu'une Note qui a paru aux *Comptes rendus* (t. XLVI, p. 44). Si M. Gayon avait lu le Mémoire qui a été publié la même année [2], et mes autres publications sur le même sujet, il aurait vu que j'avais envisagé le problème dans sa généralité.

» Dans le Mémoire de 1858, je n'ai étudié que les moisissures qui se développent dans l'eau sucrée exposée au contact de l'air ordinaire. J'y démontre : 1° que les moisissures n'y apparaissent pas, si l'on empêche les germes atmosphériques (les microzymas atmosphériques) de s'y multiplier et d'évoluer; 2° que l'interversion est fonction de ces moisissures, grâce à une action semblable à celle que la diastase [3] exerce sur l'empois; 3° que le phénomène est le résultat d'une fermentation dans laquelle se produit

---

(1) Les expériences de mon Mémoire de 1858 ont été commencées en 1854, ce dont fait foi une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 19 février 1855. A cette date, même en 1858, on ne connaissait rien de l'activité des moisissures comme ferment et comme capables de produire l'interversion du sucre de canne par un agent analogue à la diastase.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28.

(3) A cette époque on ne connaissait pas la zymase (ce que M. Gayon appelle le *ferment inversif* de la levûre de bière): elle n'a été découverte qu'en 1861, comme une conséquence de ce travail.

de l'acide acétique, qui contribue à l'interversion ; 4° que les moisissures sont de plusieurs sortes ; j'y signale de *petits corps isolés* que je confonds dans l'expression de moisissures ; 5° que la moisissure varie avec la nature de la matière saline minérale que l'on ajoute à l'eau sucrée.

» Les *petits corps isolés* étaient ce que, plus tard, j'ai spécifié avec soin sous le nom de *microzymas*, de *microzymas associés* en chapelets de grains (dont on a fait un genre sous le nom de *torula*) et susceptibles de se transformer en bactéries ou d'engendrer des cellules de ferment.

» J'ai poursuivi ces études sur des moisissures qui naissent dans divers milieux ; j'en ai signalé qui n'intervertissent pas le sucre de canne, ou qui, l'intervertissant, ne produisent pas d'alcool [1].

» .... Je suis convaincu que c'est envisager les choses d'une façon étroite que de regarder le sucre comme la source obligée de l'alcool dans les fermentations, et les végétaux microscopiques, appelés *saccharomycètes*, comme les seuls producteurs de la fermentation alcoolique. En 1866, j'ai démontré (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 451) que les microzymas de la craie, avec la fécule et avec le sucre de canne, sans qu'il se forme nécessairement du glucose, produisent de l'alcool. Depuis lors, je me suis assuré que dans toute fermentation lactique ou butyrique de la fécule ou du sucre de canne où l'on emploie la craie, il se forme également un peu d'alcool. De plus, j'ai fait voir pourquoi il ne s'en produit pas davantage, en montrant que ces mêmes microzymas peuvent consommer l'alcool en formant divers acides de la série de l'acide acétique. Enfin, j'ai démontré que, dans les solutions aqueuses de l'acétate de soude, de l'oxalate d'ammoniaque, dans l'eau distillée elle-même, certaines moisissures fournissent de l'alcool. Il en est ainsi parce que la levûre de bière, peut-être toutes les levûres, sans sucre, dans l'eau distillée, fournissent de l'alcool ; en un mot, parce que toutes les fermentations sont intracellulaires.

» Voici de nouveaux faits, à l'appui de cette théorie physiologique de la fermentation :

» I. L'urine normale, absolument dépourvue de glucose, qui subit la fermentation ammoniacale, forme en même temps de l'alcool et de l'acide acétique. Dans une de ces fermentations, les ferments étaient un mélange de granulations moléculaires (microzymas) très-abondantes, de bactéries et de vibrions. Après les avoir bien lavés, je les ai mis dans de l'eau sucrée

---

(1) On trouvera ces recherches dans les *Comptes rendus* et dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

créosotée. Après quelques jours, il se dégagea de l'acide carbonique et de l'hydrogène ; le sucre était en partie interverti. Il se forma de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique. Les ferments n'ont guère changé ; les vibrions avaient disparu ; il n'y avait ni torulas, ni mycélium, ni cellules quelconques.

» Dans certaines expériences, la fermentation s'accomplit sans que l'on puisse saisir la formation du glucose. La quantité d'alcool peut aller jusqu'à 1,5 à 2 pour 100 du sucre employé.

» II. Les mêmes ferments, mis dans l'empois de fécule, se fluidifient rapidement ; bientôt il se dégage un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. A la fin, on trouve de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide lactique, de l'acide butyrique. Les ferments n'ont pas changé : microzymas, bactéries, sans autres formes. Dans plusieurs opérations, il m'a été impossible de saisir la formation du glucose : c'est la fécule soluble ou la dextrine qui fermente directement.

» III. Cagniard-Latour avait d'abord pensé que les dépôts qui se forment dans le vin de Tavel contenaient quelque chose d'organisé. Dans une précédente Note, j'ai fait voir que les granulations moléculaires des vins vieux agissent sur le sucre de canne pour l'intervertir. Je vais prouver qu'ils sont ferments alcooliques.

» Je dois à l'obligeance de M. Correnson du vin de Tavel de sa récolte de 1858. Les expériences que je vais rapporter ont été faites à Montpellier, en 1868. Le dépôt des bouteilles est formé de microzymas, isolés ou empâtés dans des plaques membraneuses rigides, et de quelques filaments, immobiles comme des bactéridies. Les ferments, bien lavés à l'eau créosotée, ont été introduits dans de l'eau sucrée. La quantité d'alcool formé a représenté la dixième ou douzième partie du sucre employé dans chaque expérience (10 grammes). Il y a très-peu d'acide acétique. Les ferments n'ont pas changé.

» Dans un précédent travail, j'ai montré que les microzymas de la mère de vinaigre sont producteurs d'alcool, et que, si on les nourrit bien, en les mettant dans du bouillon de levûre sucré, ils se transforment en un ferment alcoolique très-énergique. J'ai traité de la même manière les microzymas du tavel. Dès le lendemain, il se dégageait de l'acide carbonique pur, et, huit à dix jours après, tout le sucre avait disparu : il y en avait 40 grammes, qui ont produit 20 centimètres cubes d'alcool absolu, et $0^{gr},08$ d'acide acétique. Les ferments ont été profondément modifiés ; les microzymas ont disparu presque totalement, de même que les bactéridies ; à leur place il y a de belles cellules, différentes de la levûre de bière, dont je donnerai le dessin dans mon Mémoire. Leur fonction est différente aussi, car, outre la glycérine, il y a de la mannite. De plus, tandis que le résidu de la fermentation par la levûre de bière est inactif, celui-ci, bien que ne contenant pas une trace de sucre, dévie à droite le plan de polarisation de la lumière.

» Est-il besoin d'ajouter que dans une expérience témoin, de bouillon de levûre sucré et créosoté, exposé à l'air ordinaire, il ne s'était rien développé ?

» J'ai essayé, du même point de vue, les microzymas des dépôts de vin *rancio*, de Rivesaltes, et d'autres vins. Les résultats sont analogues, mais non identiques. »

CHIRURGIE. — *Du traitement des cancers du sein par l'ischémie de la glande mammaire au moyen du caoutchouc vulcanisé;* par M. **Bouchut.** (Extrait.)

« En empêchant l'arrivée du sang dans le cancer de la mamelle, on suspend sa nutrition et son développement de manière à amener sa guérison. C'est ce qu'on appelle l'*ischémie*.

» On peut obtenir l'ischémie de la glande mammaire par une compression permanente, faite au moyen du caoutchouc vulcanisé. L'ischémie permanente du sein détermine l'atrophie graduelle de cette glande. Appliquée au traitement du cancer et des adénomes de la mamelle, l'ischémie suspend la circulation capillaire de ces productions morbides, ce qui entraîne leur atrophie.

» Le meilleur moyen de produire l'ischémie du sein et du cancer ou des glandes de cet organe est l'application permanente d'une cuirasse compressive de caoutchouc vulcanisé, doublée de plusieurs épaisseurs de ouate. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Différences barométriques entre stations voisines.* Note de M. E. **Renou**, présentée par M. H. Mangon.

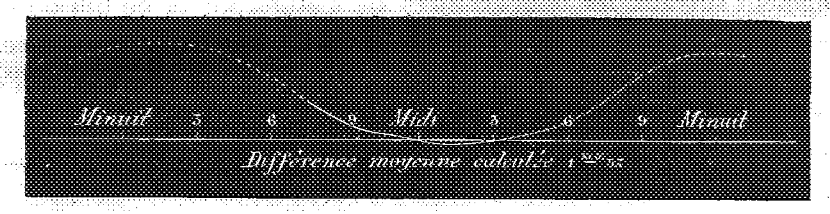
« On n'a jamais indiqué quel degré d'exactitude on peut atteindre dans les observations barométriques. Évaluées en lignes, puis en quarts de ligne, les chiffres barométriques du siècle dernier laissaient autant à désirer sous le rapport des instruments que sous celui des lectures qu'on en faisait. De notre temps, le baromètre s'est singulièrement perfectionné, mais bien peu d'observateurs savent avec quelle approximation on peut déterminer la pression de l'atmosphère, au moyen du baromètre à mercure. Chacun peut pourtant avoir une mesure de sa précision personnelle en comparant pendant quelques jours deux instruments voisins. Pour ce qui me concerne, les lectures de deux baromètres voisins ne diffèrent, en moyenne, que de $\frac{3}{100}$ de millimètre; il suffit donc de quelques jours de comparaison pour connaître l'équation d'un instrument jusqu'au $\frac{1}{100}$ de

millimètre; il faut avoir soin seulement de ne commencer les comparaisons que lorsque les instruments sont reposés depuis un jour entier, et s'abstenir pendant les grandes intempéries, surtout lors des grandes variations de la pression.

» Le baromètre dont je me sers est le baromètre à cuvette cachée de la construction de M. Tonnelot, tout aussi précis que le baromètre Fortin. Il est étalonné sur le baromètre de feu Delcros, appartenant aujourd'hui à la Société météorologique, et est absolument d'accord avec le baromètre de l'Observatoire.

» Voici ma position au parc de Saint-Maur, à l'angle des avenues de la Tourelle et des Sapins :

Latitude N.	48°48′28″
Longitude E. de Paris	$36^s,3$
Altitude, sol	$45^m,50$
» cuvette du baromètre	$46^m,38$
Distance à l'Observatoire de Paris	11500^m E 15° S
Différence d'altitude des deux baromètres.	$21^m,00$
» barométrique calculée	$1^{mm},93$



Différences barométriques entre le parc de Saint-Maur et l'Observatoire de Paris suivant les heures du jour (hauteurs centuples).

» Les observations sont faites au parc de Saint-Maur toutes les heures, de 4 heures du matin à 10 heures du soir; un baromètre-inscripteur Redier donne la pression atmosphérique par une courbe continue, qu'on rectifie d'après les observations de 10 heures du soir et de 4 heures du matin. Mais je n'ai comparé dans la présente Note que les observations simultanées obtenues par lecture directe. Elles sont au nombre de six par jour, et s'étendent sur les 1645 jours compris du 1er juillet 1873 au 31 décembre 1877. Les observations sont faites tantôt par moi-même, tantôt par mon préparateur, M. Cœurdevache, dont la précision et le zèle ne laissent rien à désirer. C'est aussi lui qui a fait tous les calculs. Chaque mois, des tableaux sont dressés de toutes les observations correspondantes, avec les différences pour chaque observation et les moyennes différences calculées

pour chaque heure; aucune faute ne peut ainsi passer inaperçue. En réunissant les résultats, nous en avons formé le tableau suivant :

Différences barométriques entre le parc de Saint-Maur et l'Observatoire de Paris.

	7^h-8^h.	9^h.	Midi.	3^h.	6^h.	9^h.	Moyennes.
Décembre....	2,04	2,01	1,98	2,02	2,05	2,08	2,03
Janvier......	2,07	2,04	2,05	2,02	2,10	2,13	2,07
Février......	2,02	2,01	2,04	2,00	2,02	2,06	2,02
Mars........	2,02	1,99	2,00	1,97	1,97	2,05	2,00
Avril.......	1,99	1,93	1,92	1,94	1,90	2,03	1,95
Mai.........	1,91	1,87	1,86	1,86	1,86	1,99	1,89
Juin........	1,89	1,88	1,85	1,86	1,86	1,98	1,89
Juillet.....	1,93	1,89	1,89	1,85	1,85	1,96	1,89
Août.......	1,93	1,89	1,89	1,87	1,85	1,95	1,90
Septembre...	1,96	1,91	1,89	1,87	1,88	1,97	1,91
Octobre.....	1,98	1,96	1,87	1,92	2,00	2,01	1,92
Novembre...	1,99	2,00	1,92	1,97	2,02	2,07	2,00
Moyennes....	1,98	1,95	1,93	1,93	1,95	2,02	1,96

» On voit que les différences ne sont pas constantes et qu'elles varient notablement suivant les températures de l'atmosphère, ce qui doit être, mais elles sont un peu plus considérables que le calcul ne l'indique. Les variations suivant les heures du jour offrent un résultat semblable : l'excès est surtout remarquable pour 9 heures du soir. Il paraît même qu'elles seraient plus considérables pendant la nuit : 130 observations simultanées à minuit donnent une différence de $2^{mm},10$.

» La différence moyenne qu'on déduirait en interpolant les heures de la nuit serait de $2^{mm},00$.

» Tout le monde sait que, quand on cherche à déterminer la différence d'altitude de deux stations par le baromètre, on trouve des nombres différents suivant les heures du jour, ce qu'on attribue à la connaissance imparfaite de la vraie température moyenne de la couche d'air, comprise entre les deux lieux d'observation. Mais, entre stations peu éloignées et dont la différence de hauteur n'est que de 21 mètres, il est impossible que la température moyenne annuelle à une heure quelconque ne soit pas connue à $\frac{1}{10}$ de degré près, par les observations du parc de Saint-Maur. Paris, qui offre un excès de température très-notable sur la campagne, surtout pendant la nuit, serait-il le centre d'une petite dépression barométrique? Y a-t-il plutôt de petites erreurs systématiques produites par le changement d'observateurs, l'approche des lumières, etc.? C'est ce qu'il est

difficile de dire quant à présent. Le meilleur moyen de répondre à ces questions serait de comparer d'autres stations éloignées de Paris; malheureusement, on n'en trouve pas qui offrent des observations assez nombreuses chaque jour, et rien n'est si rare que de rencontrer deux stations qui s'accordent parfaitement.

» La formule de Laplace n'a d'ailleurs été adaptée qu'aux observations de jour. Or, si nous prenons dans notre tableau les observations de jour, c'est-à-dire toutes les observations moins celles de 9 heures du soir, la différence moyenne $1^{mm},95$ ne surpasse plus que de $0^{mm},02$ le nombre théorique; et cette faible différence est précisément l'excès qu'on peut conclure du tracé des isobares de la France que j'ai fait connaître en 1864.

» La marche des différences barométriques suivant les heures de la journée est très-régulière dans les moyennes annuelles; pour chaque mois, elles offrent des variations qu'on serait tenté d'attribuer à des irrégularités accidentelles; ainsi, en février, le nombre correspondant à midi est évidemment trop élevé, relativement à ceux de 9 heures et de 3 heures. En octobre et novembre, on remarque une anomalie en sens contraire. Ces irrégularités apparentes sont faciles à expliquer : à Paris, on observe au temps vrai et au parc au temps moyen du lieu. Or une différence d'un quart d'heure qui ne produit pas des différences sensibles, dans la hauteur du baromètre à 9 heures du matin et 3 heures du soir, en donne une de $0^{mm},06$ environ à midi, heure à laquelle le baromètre descend le plus rapidement.

» On peut donc, avec nos instruments actuels, arriver à une précision presque mathématique.

» La température de l'atmosphère n'est pas la seule cause qui fasse varier les hauteurs relatives du baromètre en deux stations. La direction des vents a une influence non moins grande et facile à reconnaître à la faible distance qui sépare les deux observatoires; c'est ce que je ferai voir dans une prochaine Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques à propos d'une Communication précédente de M.* Faye, *sur les relations entre les phénomènes du magnétisme terrestre et la rotation du Soleil.* Note de M. **J.-A. Broun**.

« Je lis dans une Communication faite par M. Faye à l'Académie, le 30 juillet dernier, sur la partie cosmique de la Météorologie :

« C'est arbitrairement qu'on choisit la rotation équatoriale au lieu de celle de tout autre

parallèle; c'est tout aussi arbitrairement qu'on choisit, entre les valeurs assignées à la première par différents auteurs, celle qui répond le mieux à l'hypothèse ([1]). »

» Voici les faits. En représentant par des courbes les moyennes journalières de la force horizontale magnétique pour les années 1844 et 1845, à Makerstown en Écosse, à Trevandrum et Singapore aux Indes, à Hobarton, île de Van Diemen, et à d'autres stations encore, j'ai vu des séries d'ondulations parfaitement synchroniques, ayant des amplitudes différentes pour les ondulations successives à une même station, mais à peu près égales pour la même ondulation à toutes ces stations différentes. Une chose remarquable, c'est qu'il y avait des intervalles où trois ou quatre ondulations étaient mal définies, ou disparaissaient. Si toutes avaient été également visibles, on n'aurait eu, pour déterminer la longueur moyenne, qu'à diviser le temps total par le nombre d'oscillations. Dans le cas actuel, j'ai procédé comme on ferait pour déterminer le temps de la rotation d'une planète par le passage d'un point fixe sur sa surface, quand quelques passages n'ont pas été vus et que le temps de la rotation est connu approximativement par plusieurs passages successifs. J'ai trouvé, de cette manière, que la durée moyenne était 25,96 jours ([2]).

» Cette période, de près de 26 jours, a été déduite des observations faites à quatre stations différentes, d'une manière qui ne peut pas être appelée arbitraire. De plus, c'était une période que l'on ne pouvait alors (1857, voir note plus bas) lier avec un autre phénomène quelconque, la durée de la rotation du Soleil, d'après les meilleures observations, celles de Laugier et de Bianchi, étant évaluée à 27 $\frac{1}{4}$ jours. Cependant, je ne voyais pas d'autre cause que le Soleil qui pût produire ces variations, et j'ai suggéré que la différence, entre la période donnée par les observations astronomiques pour la rotation du Soleil et la période donnée par les observations magnétiques, pouvait être due à un mouvement des pôles magnétiques du Soleil. J'ajoutais : « Si les pôles magnétiques du Soleil ne » changent pas de place, il serait alors possible de déterminer avec pré» cision le temps de la rotation du Soleil par les mouvements de nos » aimants ([3]). »

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 245; *Philos. Trans.*, t. CLXVI, p. 387; 1876.

([2]) *Trans. Roy. Soc. Edimb.*, vol. XXII, p. 543. Mémoire lu le 21 février 1861. Ce Mémoire a été envoyé des Indes à la fin de 1859, mais, par des circonstances diverses, n'est arrivé à la Société Royale d'Edimbourg qu'une année plus tard.

([3]) *Philosophical Magazine*, august 1858. Lettre à sir D. Brewster, datée du 27 décembre 1857.

» On voit qu'il y a loin de là à ce choix arbitraire, fait pour satisfaire à une hypothèse, dont parle M. Faye ; les valeurs de la rotation des taches équatoriales des différents auteurs n'étant pas alors connues, j'avais essayé cependant si des valeurs comprises entre 27 jours et 27 $\frac{1}{2}$ jours ne donneraient pas des courbes moyennes avec de plus grandes amplitudes, mais cela sans succès.

» En 1871, quand M. Hornstein, sans connaître mes conclusions, a étudié ses observations faites à Prague l'année précédente, les périodes de la rotation des taches équatoriales étaient connues. Cependant M. Hornstein n'a pas cherché quel résultat les observations magnétiques de Prague donneraient pour ces périodes : il a déterminé quelle durée comprise entre 28 jours et 16 jours donnerait une oscillation moyenne avec la plus grande amplitude : il a trouvé également, d'après les observations d'une seule année, que la durée était près de 26 $\frac{1}{3}$ jours (¹).

» En juin 1872, j'ai appliqué un tout autre procédé aux observations magnétiques faites à Greenwich. Si l'on peut représenter approximativement l'oscillation moyenne qui se produit dans une période vraie de n jours par l'expression

$$y = a \sin(\theta + c), \quad \text{ou} \quad \theta = m \frac{2\pi}{n},$$

et si, ne sachant pas exactement la vraie durée, on fait les calculs pour l'oscillation moyenne, d'après q périodes successives, supposées occupant $(n + p)$ jours chacun, l'équation sera

$$y = a' \sin(\theta' + c'), \quad \text{ou} \quad \theta = m \frac{2\pi}{n + p}.$$

» De la même manière, on trouvera, en considérant r périodes successives à la suite des premières,

$$y = a'' \sin(\theta' + c'').$$

Dans ce cas, j'ai démontré que l'erreur de la durée employée est très-approximativement

$$\delta = \frac{2(c'' - c')}{q + r} \ (^2).$$

D'après les observations de Makerstown en 1844 et 1845, la moyenne qui

(¹) *Sitzungsb. der k. Akad. d. Wissensch. zu Wien*. Band XIV, p. 73.

(²) *Trevandrum Observations*, vol. I, p. 100. Voir aussi *Proc. Roy. Soc.*, vol. XX, p. 421, juin 20. London, 1872.

résulte de cette méthode, avec les trois hypothèses de $25\frac{2}{3}$, 26 et $26\frac{1}{3}$ jours, est de 25,92 jours (¹).

» Avec l'hypothèse de $26\frac{1}{3}$ jours (employée par sir G. Airy), j'ai trouvé pour les observations de Greenwich :

Force horizontale en 1850 et 1852......	$25^j,79$ (¹).
Force horizontale en 1868 et 1870....	25,92 (¹).
Déclinaison en 1868 et 1870...........	25,85 (²).

» Avec l'hypothèse de 26 jours, la vraie période, d'après les observations de la déclinaison faite à Trevandrum, en 1868 et 1870, est de $26^j,01$ (²).

» On peut voir que, dans tout cela, il n'y a pas un mot des taches du Soleil, équatoriales ou autres. Je dois dire cependant que M. Faye n'a pas trouvé dans mon Mémoire (³) le récit des méthodes d'investigation, dont M. Hornstein et moi nous nous sommes servis, quoique j'aie renvoyé pour ces détails aux Mémoires précédents qui les contiennent.

» La question reste toujours de savoir si la période de près de 26 jours, qui a été trouvée d'après les observations faites en différentes parties du globe, par deux auteurs, dont l'un ne connaissait pas les conclusions de l'autre, est due à la rotation du Soleil. »

PHYSIQUE. — *Sur le téléphone.* Note de M. L. de Champvallier.

« L'hôtel de l'École de l'artillerie, à Clermont, est relié au village de la Fontaine-du-Berger (champ de tir) par un fil télégraphique de 14 kilomètres; ce fil passe par le bureau central télégraphique de Clermont sans entrer dans l'intérieur de ce bureau (⁴).

A cette distance de 14 kilomètres, un service téléphonique fonctionne

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, vol. XX, p. 421, 422. London.

(²) *Trevandrum Obs.*, vol. I, p. 103 et 104.

(³) *On the variations of the daily mean horizontal force of the Earth's magnetisme*, etc. (*Phil. Trans. Roy. Soc.* Lond., vol. CLXVI, p. 387).

(⁴) Les poteaux qui supportent le fil de l'École portent en tout : 1° du bureau télégraphique central au pont de Jaude, distance 300 mètres environ, huit fils; le fil de l'École est le quatrième en partant du haut.

2° Du pont de Jaude au col de Riamaux, distance 50 kilomètres, les poteaux portent trois fils ; le fil de l'école est le troisième ou le plus bas.

3° Enfin du col des Riamaux à la Fontaine-du-Berger, distance 4 kilomètres, le fil de l'École est seul sur les poteaux qui le supportent.

parfaitement : le téléphone employé est le téléphone ordinaire, petit modèle. Ce service n'est établi du reste qu'à titre d'expérience.

» Également à titre d'expériences, un service téléphonique a été établi entre l'observatoire de Clermont et celui qui est situé au sommet du Puy-de-Dôme ; la distance est de 15 kilomètres. Le fil qui relie ces observatoires est porté par les mêmes poteaux que le fil de l'École, depuis le bureau télégraphique central jusqu'au col des Riamaux, c'est-à-dire pendant une longueur de 10 kilomètres ; ce fil passe dans l'intérieur du bureau télégraphique central ; la communication téléphonique entre les deux observatoires se fait aussi parfaitement. Ces conditions exceptionnelles nous ont permis de faire quelques observations intéressantes.

» 1° On communique téléphoniquement entre les deux stations de l'École, distance 14 kilomètres, *même* lorsque des dépêches sont lancées sur les fils voisins par les appareils Morse.

» 2° On entend très-distinctement et on lit couramment au son toutes les dépêches Morse qui passent sur les fils voisins du fil de l'École et même les dépêches qui passent sur des fils séparés de lui par un autre fil : celles-ci donnent seulement un son beaucoup plus faible.

» 3° Quand on parle, au moyen du téléphone, du sommet du Puy-de-Dôme à l'observatoire de Clermont, nous entendons très-nettement la voix, de manière à en reconnaître le timbre, et à distinguer si c'est un homme ou une femme qui parle ; parfois, nous pouvons même entendre la dépêche et la comprendre, quand aucun bruit étranger ne vient contrarier l'audition. Ce fait démontre la prodigieuse sensibilité du merveilleux instrument de M. Graham Bell.

» En effet, le fil des observatoires est porté, pendant 10 kilomètres, par les mêmes poteaux que le nôtre ; mais il en est séparé par une distance de 85 centimètres au moins, car un autre fil, celui de Rochefort, est placé entre ces deux fils sur les mêmes poteaux. Ainsi le courant d'induction lancé, par le téléphone, du sommet du Puy-de-Dôme, peut déterminer un nouveau courant induit sur un fil placé à près de 1 mètre de distance ; ce *nouveau* courant induit *suffit* pour déterminer des vibrations *perceptibles* à l'oreille. Nous avons remarqué que nous entendions bien plus distinctement les dépêches lancées du sommet du Puy-de-Dôme que celles qui partent de Clermont : ce fait, qui tient peut-être à la nature de la voix de la personne qui parle au Puy-de-Dôme, provient aussi peut-être de la position respective de notre station à Clermont par rapport aux deux observatoires.

Quoi qu'il en soit, il résulte de nos expériences, faites par plusieurs officiers et par des professeurs, les conclusions suivantes :

» 1° On lit les dépêches Morse qui passent sur des fils distants de notre fil de 45 ou 90 centimètres, même quand ces fils n'accompagnent le nôtre que sur une longueur de 300 mètres, et cette addition ne gêne en rien, si ce n'est par un petit bruit dont on fait facilement abstraction, le passage et l'audition des dépêches téléphoniques. Ainsi, *au moins jusqu'à 10 kilomètres*, et très-probablement beaucoup plus loin, on peut correspondre avec des fils portés sur des poteaux qui supportent des fils livrés au passage des dépêches ordinaires. Nous allons prolonger jusqu'à leur *limite* ces expériences.

» 2° Deux lignes téléphoniques *voisines*, mais *sans communication*, mélangent leurs dépêches, et il nous est arrivé de répondre au Puy-de-Dôme et d'en recevoir une dépêche, sans que nos fils soient nulle part rapprochés de plus de 85 centimètres.

» Ajoutons que nous avons mis dans le même circuit sept téléphones et que sept personnes pouvaient entendre à la fois la même dépêche, soit Morse, soit téléphonique, et même une dépêche induite téléphoniquement, sans affaiblissement appréciable de l'intensité du son, malgré les résistances occasionnées par les jonctions de fils. Il semble que le nombre d'auditeurs d'une *même* dépêche passant par un *même fil* peut être très-considérable, et nous regrettons de n'avoir pas un nombre plus grand de téléphones pour en faire l'expérience.

» Toutes nos expériences sont faites avec un seul fil, avec communication à la terre aux deux extrémités de la ligne. »

PHYSIQUE. — *Sur le téléphone*. Note de M. A. DEMOGET.

« En avant et à un millimètre de distance de la plaque vibrante du téléphone de M. Bell, on place une ou deux plaques vibrantes semblables, en ayant soin de percer, dans la première et au centre, un orifice circulaire d'un diamètre égal à celui du barreau aimanté ; dans la deuxième, un orifice d'un diamètre plus grand : on augmente ainsi non-seulement l'intensité des sons transmis, mais encore leur netteté. Aux extrémités d'une ligne de 30 mètres, disposée aux étages d'une maison, on peut très-bien converser à demi-voix, et l'on entend très-distinctement les syllabes muettes, telles que *che*, *me*.

» Par cette disposition, la masse vibrante magnétique en regard de

l'aimant étant plus grande, la force électromotrice des courants est augmentée, et, par conséquent, les vibrations des plaques du deuxième téléphone. »

M. Caminat adresse une Note relative à une disposition qui peut avoir, suivant lui, quelque analogie avec le téléphone.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre ressenti à Paris le 28 janvier.* Lettre de M. **Donon de Gannes** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai eu l'occasion d'observer, le lundi 28 janvier, à Paris, le tremblement de terre qui a été signalé par un grand nombre d'observateurs.

» La maison que j'habite est située à peu près derrière l'église russe, et assez éloignée des voies de communication voisines pour que, en temps ordinaire, aucun bruit n'y pénètre. Assis devant une table, dans un moment de calme absolu autour de moi, j'ai entendu deux détonations très-rapprochées, comparables au bruit que produirait une grande porte cochère fermée avec violence, bruits immédiatement suivis d'un roulement bien prononcé, comme celui d'une voiture assez lourdement chargée roulant sur le pavé, et de la trépidation des vitres et des objets de verrerie que contient la pièce où je me trouvais. Ensuite et immédiatement, le mur auquel je tournais le dos m'a paru se détacher de la maison, et la chaise sur laquelle j'étais assis et moi-même participer au même mouvement, de façon à éprouver la même sensation que si j'eusse été précipité à la renverse dans le vide, sensation qui a été assez vive, du reste, pour me donner un moment d'angoisse fort pénible.

» Les phénomènes que je décris se sont produits dans un espace de temps qui ne m'a pas paru dépasser dix secondes. Ma montre indiquait midi 1 minute, heure dont je puis garantir l'exactitude.

» La position bien définie que j'occupais au moment du phénomène, et la direction du mur dont j'ai parlé, qui est exactement N. 33° O., me paraissent de nature à fournir une indication intéressante sur l'allure du phénomène. »

M. **Th. du Moncel**, à la suite de cette Communication, fait remarquer que le lundi 28 janvier, vers midi, étant dans son cabinet de travail situé rue de Hambourg, n° 7, au second, il fut tout surpris de ressentir le contre-coup d'une secousse assez forte pour avoir fait osciller à sa vue une statue de marbre placée sur un piédestal élevé. Croyant que cette secousse était due au passage d'une voiture assez lourde dans la rue, il regarda par la fenêtre, et, n'en ayant vu aucune, il pensa que ce pouvait bien être une secousse de tremblement de terre. Mme du Moncel, qui était au premier, constata comme lui l'effet et eut la même pensée; mais les personnes qui se trouvaient au rez-de-chaussée ne s'en aperçurent pas ou du moins n'y prêtèrent aucune attention.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre ressenti à Versailles le 28 janvier*. Lettre de M. É. **Lefebvre** à M. Janssen.

« Lundi dernier, 28 janvier, à midi et 4 ou 5 minutes, j'ai ressenti, à Versailles, une secousse très-nette de tremblement de terre. Elle a consisté en une série d'oscillations parfaitement distinctes; leur direction était celle de l'avenue de Paris, dans Versailles, c'est-à-dire très-sensiblement la direction est-ouest. La durée du phénomène a été au moins de 8 à 10 secondes. En effet, j'étais à table avec ma famille, et, ayant ressenti le premier ce qui se passait, j'ai eu le temps de le faire remarquer aux autres personnes, en leur signalant le phénomène sous son vrai nom; et elles ont encore pu le sentir parfaitement. Une suspension placée au-dessus de la table s'est déplacée d'une manière très-visible.

» Ces oscillations me semblent se rattacher à un phénomène plus général dans l'ouest de la France. »

M. L. **Hugo** adresse une nouvelle Note « Sur les solutions singulières dans la Mécanique des systèmes naturels ».

M. A. **Chaussenot** adresse une Note « Sur la possibilité de prévenir d'avance les cultivateurs des changements de temps ».

M. Ch. **Tellier** annonce qu'il est arrivé à appliquer la triméthylamine à la production du froid, dans des conditions qui permettent de considérer ce corps comme étant le meilleur agent frigorifique connu.

M. E. **Viard** adresse une Note sur le dosage des sucres réducteurs, au moyen des liqueurs titrées.

M. **Aupée** adresse une Note relative à un sirop ferrugineux, obtenu au moyen du fer réduit par la lumière.

M. **Hermite**, en présentant à l'Académie l'ouvrage de M. *Hugo Gyldén*, intitulé : « Recueil de tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes », s'exprime ainsi :

« Lorsque les grandes découvertes d'Abel et de Jacobi eurent appelé l'attention générale sur la théorie des fonctions elliptiques, la pensée se présenta naturellement d'utiliser les nouvelles transcendantes pour la solution des problèmes de la Mécanique céleste, et l'Académie s'en fit l'interprète, dans les considérations qui précèdent l'énoncé de la question proposée comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques en 1840 (*Comptes rendus*, t. XI, p. 72). Mais aucun Mémoire ne fut envoyé et bien des années

s'écoulèrent avant que les espérances qu'on avait accueillies parussent devoir se réaliser. C'est aux travaux approfondis et persévérants de M. Gyldén, astronome de l'Académie des Sciences de Suède, qu'on doit enfin l'introduction, couronnée de succès, des nouvelles fonctions périodiques de l'analyse dans le calcul des perturbations des comètes. Les principes sur lesquels s'est fondé le savant astronome ont été exposés avec talent dans une thèse de M. Baillaud [1], qui peut servir de préliminaire à l'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, où l'auteur s'est montré géomètre éminent en traitant beaucoup de belles et difficiles questions qui concernent la théorie des fonctions elliptiques. »

M. **Janssen** présente à l'Académie la deuxième édition de la « Théorie mathématique des opérations financières », par M. *H. Charlon.*

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B et D.

ERRATA.

(Séance publique du 28 janvier 1878.)

Page 185, ligne 2, en remontant, *au lieu de* combien est invariable, *lisez* combien est variable.

---

(1) *Exposition de la méthode de M. Gyldén pour le développement des perturbations des comètes* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*).

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Écart de la normale. (5)	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol sans abri. (9)	à 0m,20 (midi). (10)	à 0m,30 (midi). (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE ENREGISTREUR. (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	ell	mg
1	764,7	− 0,7	6,9	3,1	0,8	2,2	2,4	20,2	3,9	4,8	5,1	4,7	88	.	0,5	33,0	.
2	765,9	− 1,9	1,8	0,0	− 1,7	− 0,1	− 1,7	7,4	0,2	3,7	4,0	4,3	100	0,1	.	.	.
3	764,0	− 1,6	4,5	1,5	− 0,1	2,0	1,6	2,9	1,6	3,4	3,5	5,3	100	0,2	.	4,4	.
4	757,3	0,6	6,1	3,4	1,1	2,8	2,5	5,0	3,4	3,6	3,7	5,3	96	0,7	0,4	3,7	.
5	760,3	− 1,1	4,5	1,7	− 0,7	0,8	− 0,2	12,2	2,7	3,4	3,6	4,7	97	0,2	.	3,5	.
6	757,4	− 0,7	6,1	2,7	0,5	2,1	2,6	2,2	2,9	3,1	3,3	5,6	99	0,4	.	.	.
7	747,9	4,9	8,4	6,7	4,9	5,5	.	7,9	7,6	4,2	3,9	5,9	87	0,7	1,1	.	.
8	746,0	0,1	4,2	2,2	0,3	2,4	2,2	2,6	1,9	4,0	4,1	4,8	89	0,0	0,8	11,4	.
9	755,1	− 0,1	1,7	0,8	− 0,7	0,2	− 0,6	17,1	1,9	3,5	3,7	2,9	65	0,0	.	.	.
10	760,7	− 4,9	3,1	− 0,9	− 2,7	− 1,2	− 1,3	2,0	− 2,1	2,4	2,8	3,8	90	2,1	.	.	.
11	769,2	− 5,1	− 3,3	− 4,2	− 6,7	− 4,6	− 5,4	25,3	− 2,8	2,0	2,3	2,1	66	.	.	.	.
12	771,8	− 7,1	non atteint.	− 2,1	− 4,3	− 3,3	− 2,3	3,2	− 4,5	1,5	1,8	2,6	67	0,0	.	.	.
13	772,8	ascen-dante.	3,0		.	0,6	.	5,0	0,5	1,2	1,5	4,4	89	0,0	.	14,9	.
14	770,6	1,0	6,9	4,0	1,9	4,0	4,8	5,9	4,6	1,2	1,4	5,1	80	0,0	1,8	13,4	.
15	761,9	3,1	10,5	6,8	4,5	7,9	8,0	2,8	7,0	1,3	1,4	7,1	88	0,0	1,2	6,1	.
16	764,5	7,1	9,5	8,4	6,2	8,1	8,1	6,0	8,2	3,7	3,2	6,8	83	0,0	1,9	16,1	.
17	765,3	7,1	8,8	8,0	5,9	7,1	6,7	8,1	9,1	4,8	4,3	6,0	81	.	2,5	29,9	.
18	767,6	3,7	7,7	5,7	3,8	5,1	5,2	9,5	6,3	4,7	4,5	5,2	79	.	1,7	36,6	.
19	768,4	2,6	6,3	4,5	2,4	3,8	3,9	4,4	4,5	4,4	4,3	5,3	88	.	0,4	9,0	.
20	768,8	− 2,0	5,6	1,8	0,0	1,4	0,4	20,9	2,2	3,9	4,0	4,3	89	.	.	25,5	.
21	766,9	− 1,8	non atteint.	5,0	2,7	3,5	5,0	7,9	5,2	3,1	3,3	5,8	87	0,0	.	14,1	.
22	762,3	ascen-dante.	11,8			9,6	10,1	6,0		4,9	4,4	8,0	87	0,2	1,6	5,9	.
23	756,1	descen-dante.	//	//	//	7,6	6,9	14,6	//	6,5	5,9	6,1	80	2,3	.	9,3	.
24	746,2	2,1	5,7	3,9	0,9	3,6	3,2	3,7	3,4	5,2	5,3	5,5	94	10,2	0,8	−29,1	.
25	740,2	1,0	5,1	3,1	0,0	1,4	1,1	18,7	4,3	4,6	4,8	4,0	78	(4,0)	.	0,7	.
26	753,2	− 2,9	5,2	1,2	− 1,9	1,6	2,2	25,8	2,9	3,3	3,7	4,4	85	.	.	38,3	.
27	758,8	− 2,0	3,4	0,7	− 2,8	0,1	− 0,4	9,4	0,6	2,9	3,3	4,6	100	0,1	.	41,9	.
28	752,3	− 1,0	5,3	2,2	− 0,9	1,3	1,9	5,4	1,4	2,6	3,0	4,5	85	4,2	.	.	.
29	757,7	0,2	6,6	3,4	0,3	2,2	2,2	31,5	5,6	2,4	2,6	4,8	88	0,1	1,4	70,6	.
30	758,7	non atteint	descen-dante.	//	//	− 0,4	− 1,1	5,6	0,4	2,5	2,8	3,8	85	(0,1)	//	31,1	.
31	763,5	− 2,7	1,5	− 0,6	− 3,9	− 0,1	0,1	7,9	0,0	2,0	2,8	4,1	86	0,0	//	39,4	.

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (5) (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) moyennes des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.) (18)	Inclinaison. (Fortification.) (19)	Intensité horizontale. (Parc.) (20)	Intensité totale. (Parc.) (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
						km	kg			
1	17°.6',5	65°.32',6	1,9329	4,6494	NW puis S	6,8	0,4	NW *k*	2	Givre matin et soir.
2	5,7	32,6	9329	6494	S	(4,2)	(0,2)	»	9	Givre épais le matin. Brouill. pe
3	6,7	32,2	9339	6507	S	7,9	0,6	»	10	Brouillard et bruine matin et s
4	7,0	32,0	9342	6509	SSE	16,7	2,6	S	6	Matinée pluvieuse. Beau le soir.
5	7,0	32,8	9333	6510	SSE	9,3	0,8	»	7	Givre le matin. Brouillards persi
6	6,3	33,4	9333	6530	S	13,0	1,6	»	10	Presq. cont. pluv., notam. de g
7	//	//	//	//	SW	21,0	4,2	SW	(8)	Id. not. de 7h30
8	5,2	33,1	9336	6526	SW puis N	11,0	1,1	NNW	10	Brumes élevées; gouttes de plui
9	6,1	33,0	9335	6521	N	30,2	8,6	»	3	Neige de 8h.45 à 10h.20 m., puis beau brise soutenue.
10	5,1	33,5	9328	6519	NW à NE	14,1	1,9	NW	9	Givre le m., avec neige de 9h m.
11	5,5	33,5	9323	6506	NNE	22,0	4,6	»	0	Assez beau temps.
12	6,4	33,3	9326	6508	NE à NW	9,5	0,9	N	10	Neige et grésil l'après-midi.
13	6,9	32,9	9327	6498	NE à NW	7,9	0,6	»	10	Petites pluies le soir.
14	7,0	32,5	9331	6498	WSW	19,4	3,5	W ¼ NW	10	Gouttes de pluie par intervalles.
15	7,2	32,7	9328	6495	W	23,7	5,3	WNW	10	Id. le matin et le
16	5,8	30,9	9324	6433	W ¼ NW	24,0	5,4	NW	10	Gout. de pluie le s.; quelq. grêlo
17	5,0	31,5	9326	6455	NNW	14,3	1,9	NNW	10	Toujours couvert, mais sans plui
18	4,5	32,0	9325	6469	NNW	7,4	0,5	NE à SE	10	Id. Id.
19	4,7	33,8	9329	6532	var. pr. calme	4,6	0,2	»	10	Découvert apr.-midi. Dépôt de r
20	5,9	33,9	9323	6519	S	(10,3)	(1,0)	NNW *k*	6	Givre le matin, léger brouillard l
21	6,1	33,1	9335	6524	SSW	25,1	5,9	NW à SW	10	Bourrasques et soirée pluvieuse.
22	6,9	33,1	9335	6525	SW	35,1	11,5	SW	9	Id. pluies intermit. Écl
23	//	//	//	//	W	31,2	9,2	W	6	Id. cont. pluv., pl. fort l
24	4,3	35,8	9295	6507	WSW à N	22,1	4,6	WSW	10	Très-pluvieux, surtout de 10 h. 45 m. à 6 h. s. à minuit 45 m.
25	4,5	34,9	9313	6524	W à N	22,3	4,7	SW à N	6	Pluie le matin, suivie de neige et de grés lées l'après-midi et le soir.
26	6,3	35,1	9312	6527	NNW	13,9	1,8	N	5	Ciel variable. Gelées blanches le
27	4,7	35,2	9313	6534	SSE	10,5	1,0	N	9	Brumes élev.; bruine le s. et dépôt
28	5,5	34,8	9317	6531	SE à WSW	24,2	5,5	//	8	Faibles bourr. Neige et petites plui
29	6,8	34,2	9321	6523	W ¼ NW	16,3	2,5	NW	4	Givre le m. Pluie et grésil après-m
30	4,1	34,6	9314	6518	NNE	19,4	3,5	N	10	A la neige tout le jour.
31	5,5	34,2	9316	6511	NNE	22,3	4,7	NNE	10	A la neige le matin.

Oscillations barométriques extrêmes : de 766mm,5 le 2 à 10h 25m m. à 756mm,8 le 4 à 1h 30 m. s. ; de 760mm,9 le 5 à 743mm,4 le 7 à 11h 50m s. ; de 773mm,5 le 13 à 8h 35m s. à 762mm,7 le 16 à 6h s. ; de 770mm,0 le 20 à 10h 55m s. à 740m 8h 20m s. et le 25 à midi-45 ; de 759mm,2 le 27 à 10h 55m m. à 749mm,5 le 28 à 5h 20m s.

(23) Vitesses maxima du vent à 20m de hauteur : les 8, 14, 15, 16, 21 et 28, de 35 à 40km ; le 22, de 51km ; le 24, de 5 de 57km ; le 23, de 62km ; le 9, de 65km à l'heure.

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Janvier 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	3′,7	4′,6	9′,2	6′,6	5′,8	4′,1	4′,6	17°. 5′,8
Inclinaison »	65° +	33,3	33,5	33,3	33,1	33,4	33,5	33,4	65.33,4
Force magnétique totale	4,+	6513	6506	6506	6514	6508	6508	6504	4,6508
Composante horizontale	1,+	9328	9322	9325	9331	9325	9324	9323	1,9325
Composante verticale	4,+	2308	2302	2301	2318	2303	2303	2298	4,2303
Électricité de tension (22 jours)	〃	16,8	24,4	22,7	27,5	22,8	16,5	14,1	19,1
Baromètre réduit à 0°		mm 760,39	mm 760,96	mm 760,62	mm 760,15	mm 760,36	mm 760,56	mm 760,59	mm 760,49
Pression de l'air sec		55,54	56,19	55,75	55,28	55,42	55,67	55,71	55,60
Tension de la vapeur en millimètres		4,85	4,77	4,87	4,87	4,94	4,89	4,88	4,89
État hygrométrique		90,3	87,4	80,7	78,7	84,0	87,5	89,9	86,2
Thermomètre enregistreur (nouvel abri)		1°,55	2°,04	3°,59	3°,96	3°,04	2°,32	1°,83	2°,49
Thermomètre électrique à 20 mètres		1,71	2,21	3,26	3,55	2,94	2,22	1,80	2,43
Degré actinométrique		0,00	9,15	27,87	12,49	0,00	»	»	9,90
Thermomètre du sol. Surface		0,92	2,07	4,96	4,07	2,34	1,60	1,10	2,33
» à 0m,02 de profondeur		2,50	2,39	2,49	2,88	2,96	2,83	2,64	2,65
» à 0m,10 »		3,17	3,07	3,03	3,17	3,35	3,35	3,25	3,20
» à 0m,20 »		3,50	3,43	3,37	3,37	3,46	3,51	3,48	3,45
» à 0m,30 »		3,56	3,53	3,48	3,46	3,48	3,53	3,49	3,50
Udomètre enregistreur		mm 3,46	mm 2,15	mm 5,25	mm 6,00	mm 2,44	mm 4,19	mm 2,09	mm t. 25,58
Pluie moyenne par heure		0,096	0,060	0,146	0,167	0,068	0,116	0,058	〃
Évaporation moyenne par heure (12 jours)		0,036	0,038	0,061	0,085	0,069	0,051	0,040	t. 15,08
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		15,94	15,55	17,39	17,99	16,75	17,49	17,02	16,67
Pression moy. en kilog. par mètre carré		2,39	2,28	2,85	3,04	2,64	2,88	2,72	2,62

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 6,1	760,52	1,75	1,77	0,23	16,62	1h soir	17. 8,8	760,38	3,51	3,89	0,95	18,13
2 »	7,6	60,42	1,72	1,73	0,62	16,20	2 »	7,7	60,22	3,60	4,07	2,30	18,01
3 »	8,0	60,28	1,73	1,64	0,62	15,96	3 »	6,6	60,16	3,55	3,96	2,75	17,83
4 »	7,3	60,22	1,71	1,58	0,45	15,91	4 »	5,9	60,18	3,41	3,57	1,43	17,74
5 »	5,6	60,25	1,71	1,57	0,20	15,22	5 »	5,8	60,25	3,19	3,22	0,49	16,04
6 »	3,7	60,38	1,72	1,55	1,34	15,74	6 »	5,8	60,36	2,94	3,04	0,52	16,46
7 »	2,7	60,61	1,77	1,63	0,09	15,26	7 »	5,6	60,45	2,69	2,72	0,63	17,98
8 »	3,0	60,82	1,95	1,70	0,99	15,37	8 »	5,0	60,50	2,45	2,52	0,39	17,72
9 »	4,6	60,96	2,21	2,04	1,07	16,01	9 »	4,1	60,56	2,23	2,32	3,17	16,76
10 »	6,7	60,96	2,56	2,61	1,17	17,28	10 »	3,5	60,60	2,04	2,12	0,78	16,86
11 »	8,4	60,84	2,95	3,17	0,75	17,59	11 »	3,6	60,62	1,87	1,98	0,53	16,90
Midi...	9,2	60,62	3,27	3,59	3,33	17,31	Minuit..	4,6	60,60	1,79	1,83	0,78	17,29

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima....... — 0°,2   Des maxima........ 5°,4   Moyenne........... 2°,7

Thermomètres de la surface du sol sans abri.

Des minima...... — 1°,0   Des maxima...... 7°,1   Moyenne.......... 3°,1

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878 Janv. 1 à 5......	1°,6	Janv. 11 à 15......	0°,9	Janv. 21 à 25.....	5°,1
» 6 à 10......	1,8	» 16 à 20......	5,1	» 26 à 30.....	1,0

N° 5.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 Février 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 5.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 6 (11 Février 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

—

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Claude Bernard*, s'exprime comme il suit :

« J'ai à remplir un triste devoir envers l'Académie. Encore sous le coup des pertes cruelles qu'elle a récemment éprouvées, l'Académie apprendra, avec la plus pénible surprise et la plus douloureuse émotion, que la mort vient de frapper encore un de nos Confrères.

» L'illustre doyen de la Section de Médecine et de Chirurgie, M. Claude Bernard, nous a été enlevé hier soir, 10 février, à 9^h30^m, après une courte maladie, qui d'abord avait laissé quelque espoir à ses amis.

» De l'avis unanime du Bureau, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie de lever immédiatement la séance (1). »

(1) Avant cette communication de M. le Président, la parole avait été donnée, pendant quelques instants, à M. le Secrétaire perpétuel, pour le dépouillement des pièces urgentes de la Correspondance.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des phénomènes des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. F. **Tisserand.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de nos observations relatives aux satellites de Jupiter [1]; ces observations ont été faites par M. Perrotin, avec notre petit équatorial de $0^m,108$ d'ouverture; par M. Jean, avec une lunette de $0^m,15$ d'ouverture, et par moi, avec notre grand télescope Foucault. Ces trois observateurs sont désignés respectivement par les lettres P, J, T; la nature du phénomène est indiquée par l'une des lettres I ou E (immersion ou émersion); dans le cas des éclipses, la première colonne des nombres donne le moment de l'observation en temps moyen de notre Observatoire, la seconde le moment indiqué par la *Connaissance des Temps*, et la troisième la correction *observation moins calcul*. Pour les passages ou occultations, la première colonne donne le temps moyen du premier contact, la seconde le temps moyen du second, et la troisième la moyenne des deux.

Signification des lettres a, b,... :

a, bonnes conditions d'observation.
b, conditions atmosphériques satisfaisantes; il fait grand jour.
c, assez bonnes conditions; clair de Lune; le satellite très-voisin de la planète.
d, images ondulantes.
f, bonnes conditions atmosphériques; le satellite très-voisin de la planète.
g, assez bonnes conditions d'observation.
h, ciel brumeux; il fait jour.
k, ciel brumeux; clair de Lune.
l, mauvaises images.
m, images médiocres.
n, images très-ondulantes; observation difficile.
p, ciel brumeux.

Éclipses du premier satellite de Jupiter.

1877. Mars	10.....	*a*	P	I	$16^h 49^m 33^s,0$	$16^h 52^m 32^s$	$+ 0^m 32^s$
	10.....	*a*	J	I	16.49.33,8		+ 0.33

[1] Voir les *Comptes rendus* des 13 novembre 1876 et 22 janvier 1877.

				h m s	h m s	m s
Avril 2.....	*b*	P	I	16.58.31,7	17. 1.40	+ 0.23
2.....	*b*	J	I	16.58.10,0		+ 0. 1
Mai 27.....	*c*	P	I	13.40.44,5	13.43.39	+ 0.37
27.....	*c*	J	I	13.40.44,6		+ 0.37
Juin 28	*a*	T	E	12.26. 1,2	12.29.41	— 0. 9
28	*a*	P	E	12.26. 7,9		— 0. 2
Juill. 30.....	*a*	T	E	9. 2.15,5	9. 5.58	— 0.11
30.....	*a*	P	E	9. 2.21,3		— 0. 6
30.....	*a*	J	E	9. 2.34,2		+ 0. 7
Août 6.....	*g*	T	E	10.57.15,5	11. 0.52	— 0. 6
6.....	*g*	P	E	10.57.26,1		+ 0. 5
6.....	*g*	J	E	10.57.22,5		+ 0. 1
Sept. 14.....	*d*	T	E	9.29.57,6	9.33.30	— 0. 1
14.....	*d*	P	E	9.29.51,3		— 0. 8
14.....	*d*	J	E	9.29.46,1		— 0.13
Sept. 30.....	*a*	T	E	7.48.33,9	7.52.16	— 0.11
30.....	*a*	P	E	7.48.36,7		— 0. 8
30.....	*a*	J	E	7.48.55,0		+ 0.10
Oct. 16.....	*a*	P	E	6. 7.15,8	6.10.55	— 0. 8

Eclipses du second satellite.

				1er contact.	2e contact.	Centre.
				h m s	h m s	m s
1877. Mars 25.....	*a*	P	I	17.14.15,9	17.16.39	+ 1. 8
Mai 21.....	*a*	P	I	13.40.13,9	13.42.59	+ 0.46
21.....	*a*	J	I	13.39.58,3		+ 0.30
Juin 15.....	*f*	T	I	10.39.29,9	10.42.51	+ 0.10
15.....	*f*	P	I	10.38.59,6		— 0.20
15.....	*f*	J	I	10.38.49,3		— 0.31
Juill. 10.....	*a*	T	E	10.24. 1,8	10.29. 0	— 1.27
10.....	*a*	P	E	10.24. 7,4		— 1.22
10.....	*a*	J	E	10.24.22,0		— 1. 7
Oct. 7.....	*g*	P	E	7.10.28,0	7.14.54	— 0.55
7.....	*g*	J	E	7.11. 3,9		— 0.19

Éclipses du troisième satellite.

1877. Fév. 28.....	*a*	P	E	16.55. 7,8	17. 0.57	— 2.18
28.....	*a*	J	E	16.55.43,3		— 1.43
Avril 12.....	*h*	P	E	16.49.11,2	16.53.57	— 1.15
Mai 25.....	*k*	P	I	14.15. 3,9	14.16.40	+ 1.55
25.....	*k*	J	I	14.14.11,3		+ 1. 2
Juin 30.....	*a*	P	E	12.39.47,0	12.46.48	— 3.30
Août 12.....	*a*	P	I	10. 2.35,0	10. 4.53	+ 1.13
12.....	*a*	J	I	10. 1.59,3		+ 0.37

PREMIER SATELLITE.

Passages sur le disque.

					1er contact.	2e contact.	Centre.
					h m s	h m s	h m s
1877.	Mars 27.....	*l*	P	E	15.45. 1	15.47.51	15.46.26
	Avril 26.....	*d*	P	I	15.17.47	15.21.46	15.19.47
	Mai 12.....	*a*	P	I	13.18.46	13.24.10	13.21.28
	12.....	*a*	P	E	15.32.47	15.37. 8	15.34.57
	21.....	*g*	T	E	11.46.17	11.49.10	11.47.43
	21.....	*g*	P	E	11.44.15	11.48.15	11.46 15
	Juin 6.....	*g*	T	E	9.40.44	9.44.26	9.42.35
	6.....	*g*	P	E	9.41. 2	9.44.12	9.42.37
	13.....	*m*	T	E	11.24.17	11.27.43	11.26. 0
	13.....	*m*	P	E	11.23. 9	11.28. 8	11.25.39
	29.....	*g*	P	E	9.16.47		
	Juill. 6.....	*a*	T	E	11. 2.25	11. 6.13	11. 4.19
	6.....	*a*	P	E	11. 2.41	11. 6.18	11. 4.29
	13.....	*l*	T	I	10.32.51	10.38.30	10.35.40
	13.....	*l*	P	I	10.34.49	10.38.59	10.36.54
	13.....	*l*	T	E	12.46.23	12.52.26	12.49.25
	13.....	*l*	P	E	12.48. 9	12.52.12	12.50.10
	20.....	*a*	T	I	12.19.36	12.24. 8	12.21.52
	20.....	*a*	P	I	12.19.35	12.23.44	12.21.39
	Juill. 29.....	*a*	P	I	8.34.20	8.38.39	8.36.29
	29.....	*g*	P	E	10.47.13	10.51. 2	10.49. 8
	29.....	*g*	T	E		10.50.52	
	Août 14.....	*l*	P	E		8.56.57	
	28.....	*m*	P	I	10.21.58	10.25.57	10.23.58
	Sept. 13.....	*a*	P	I	8.37.49	8.42.48	8.40.18
	29..		P	I	6.59. 0	7. 3.59	7. 1.30

PREMIER SATELLITE.

Occultations par le disque.

1877.	Mars 19.....	*d*	P	E	16.40.37	16.44.57	16.42.47
	Avril 4.....	*g*	P	E	14.56. 1	14.59.41	14.57.51
	27.....	*a*	P	E	14.52.51	14.56.11	14.54.31
	Juin 12.....	*n*	P	E	14.20.13	14.23.11	14.21.42
	19.....	*g*	P	I	13.47.52	13.51.12	13.49.32
	28.....	*a*	T	I	9.57.49	10. 1.42	9.59.45
	28.....	*a*	P	I	9.57.26	10. 1.40	9.59.33
	Août 29.....	*a*	P	I	7.41. 1	7.45.31	7.43.16
	Oct. 7.....	*g*	P	I	6.12.57	6.16. 7	6.14.32
	Nov. 15.....	*d*	P	I	5. 7.28	5.12.32	5.10. 0

Passages de l'ombre sur le disque.

					1er contact. h m s	2e contact. h m s	Centre. h m
1877. Mai	12.....	*a*	P	E	14.44.23	14.48.16	
Juin	13.....	*p*	P	E	11.14.31	11.18.40	
	29.....	*g*	P	E	9.31.27	9.36.24	
Juill.	6.....	*a*	P	E	11.25.47	11.30. 6	
	6.....	*a*	T	E	11.26.32		
	13.....	*m*	P	I	11. 8.53	11.12.29	
	13.....	*m*	T	I		11.12.26	
	13.....	*m*	P	E	12.48. 8	12.52.11	
	13.....	*m*	T	E		12.52.26	
	29.....	*a*	P	I	9.27.26	9.30.35	
	29.....	*a*	T	I	9.27.19	9.30.50	
Août	14.....	*l*	P	E	9.55.24	10. 0.23	

SECOND SATELLITE.

Passages sur le disque.

1877. Juin	6.....	*g*	P	I	14.24. 5	14.28.15	14.26.10
Août	2.....	*g*	P	I	8.42.48	8.46.51	8.44.49
	9.....	*g*	P	I	11. 5.21	11. 9.20	11. 7.20
	27.....	*a*	P	E	7.57.44	8. 1.54	7.59.49
Sept.	28.....	*l*	P	E	7.34.42	7.38. 1	7.36.22
Oct.	5.....	*a*	P	I	7.27. 0	7.32.30	7.29.45

Occultations par le disque.

1877. Mars	11.....	*m*	P	E	17.15.54	17.20.53	17.18.24
Avril	12.....	*p*	P	E	16.40.50	16.44. 9	16.42.29
Juin	8	*g*	P	E	11.18.38	11.21.33	11.20. 6
Juill.	21.....	*g*	P	I	9.38. 9	9.42. 3	9.40. 6
Sept.	19.....	*a*	P	I	7. 4.23	7. 9.57	7. 7.10

Passages de l'ombre sur le disque.

1877. Juin	6.....	*a*	P	I	13.49.22	13.52.21	
	24.....	*g*	P	E	11. 1 38	11. 5.28	
Août	2. ...	*g*	P	I		10.40.28	
	2.....	*g*	T	I		10.40.17	
Sept.	28.....	*l*	P	I		7.23.33	

TROISIÈME SATELLITE.

Passages sur le disque.

1877. Juill.	25,. ..	*g*	P	I	8.32. 2	8.42.30	8.37.16
	25.....	*g*	P	E	11.14.35	11.23.24	11.18.59
	25.....	*g*	T	E	11.12.18	11.23 59	11.18. 9

Occultations par le disque.

1877. Août 12...	*a*	P	E	8h.16m.16s	8h.24m.54s	8h.20m.35s
Nov. 6....	*h*	P	I	5.54.34	6. 4.32	5.59.33

Passages de l'ombre sur le disque.

1877. Juin 12.....	*d*	P	E	14.33.51	14.42.20
Juill. 18.....	*m*	P	E	10.29.39	
18.....	*m*	T	E	10.30.41	
25.....	*g*	P	I	11.50.39	11.59.50
Oct. 5.....	*g*	P	E	6.38.33	6.48.46

HYDRAULIQUE. — *Notions concernant le travail intermoléculaire* (suite) (¹). Note de M. **P. Boileau**.

« D'après les résultats de nombreuses observations, on ne saurait douter que les aspérités des parois des courants fluides occasionnent des tourbillons quand le mouvement des molécules qui rencontrent ces aspérités n'est pas très-lent; en outre, il y a lieu de penser, avec l'illustre Poncelet (²), que ces tourbillons, très-petits, mais en nombre considérable, se propagent dans l'intérieur des courants. L'obstacle opposé par les aspérités produit aussi, et dans tous les cas, des déviations; enfin, la communication latérale du mouvement, due à l'inégalité des vitesses de translation, crée, comme ces déviations, des composantes normales à la direction du courant, composantes qui, dans les veines liquides libres, contribuent au phénomène compliqué de la contraction, mais qui n'influent pas sur la forme des sections des courants en contact avec des parois, parce que chaque molécule qui se déplace latéralement est aussitôt remplacée par une autre venant d'amont. Ces divers mouvements intestins consomment une partie du travail moteur dépensé, partie dont je vais établir plusieurs expressions en appliquant le principe du travail intermoléculaire dont j'ai exposé la théorie. Considérons, à l'intérieur d'un courant à régime uniforme, le corps liquide limité par une *nappe* (³) quelconque dont la vitesse de translation est v. Soient

l la longueur de ce corps, et σ le périmètre de sa section;

(¹) Voir les *Comptes rendus*, séances des 17 et 24 décembre 1877.

(²) *Introduction à la Mécanique industrielle, physique ou expérimentale.*

(³) J'ai nommé ainsi le système des molécules fluides qui ont une même vitesse de

u la vitesse de translation de son centre de gravité;

φ la résistance sur l'unité de surface, que le fluide ambiant oppose au mouvement du même corps, et δ la densité de celui-ci.

» Les forces appliquées sont ici la gravité et la résistance $\varphi\sigma l$; or, la première ne pouvant être une cause immédiate du travail intermoléculaire effectué dans le corps considéré, c'est à la seconde que ce travail doit être attribué : cela posé, en vertu de notre principe fondamental, la quantité du même travail est, dans l'unité de temps,

$$\varphi\sigma l\,(u-v). \tag{1}$$

» Pour le courant tout entier, sur la longueur l, $u=\mathrm{U}$, $v=w$, $\sigma=\mathrm{S}'$, $\varphi=f$, w étant la vitesse du moyen mouvement de la nappe en contact avec les parois, S' la valeur vraie du périmètre mouillé en tenant compte de l'augmentation due aux aspérités, et f la résistance tangentielle de ces parois; nous avons donc

$$\tau=f\,\mathrm{S}'\,l\,(\mathrm{U}-w). \tag{2}$$

Or, l'une des conditions du régime uniforme est $\mathrm{S}'f=\delta\Omega i$, Ω et i désignant la section transversale du courant et sa perte de chute sur l'unité de longueur; donc

$$\tau=\delta\Omega\, l i\,(\mathrm{U}-w), \tag{3}$$

expression dans laquelle, d'après un des théorèmes que j'ai démontrés, U est égal à la vitesse moyenne du courant.

» *Remarque concernant les érosions.* — Lorsqu'on établit un canal en terre, on lui donne généralement une section assez grande pour que les vitesses w ne puissent pas occasionner un entraînement de la matière des parois; mais, dans le cas contraire, ou s'il s'agissait d'une rivière produisant des érosions, il faudrait faire usage de la formule (2) après y avoir substitué à f la résistance r à l'entraînement, et avoir retranché la moitié de la force vive communiquée à la masse m de la matière solide déplacée dans l'unité de temps, c'est-à-dire qu'on aurait dans ce cas

$$\tau=r\,\mathrm{S}'\,l\,(\mathrm{U}-w)-\frac{1}{2}mw^2$$

pour le travail consommé par les mouvements intestins de la masse fluide.

---

translation. Les courants à régime uniforme peuvent être divisés en parties dans chacune desquelles les génératrices de toutes les nappes sont parallèles à une même direction qui est celle de la translation.

» *Corollaire.* — Considérons le cylindre liquide limité par la *nappe principale:* il suffit de faire, dans la formule (1), $v = U$, et $\varphi\sigma = \delta\Omega' i$, Ω' étant l'aire de la section de ce corps; on voit ainsi que *le travail intermoléculaire effectué intérieurement à la nappe principale est proportionnel à la vitesse relative du centre de gravité de la masse fluide limitée par cette nappe, et de celui du courant.*

» D'après deux des propriétés générales que j'ai découvertes et démontrées,

$$U = V - C(V - w),$$
$$i = K(V - w)^2,$$

C et K étant des facteurs qui ne varient qu'avec la figure géométrique de la section fluide, les dimensions de cette section et la rugosité des parois; V désignant d'ailleurs la vitesse du filet principal; or, en substituant ces expressions dans l'équation (3), on obtient

$$\tau = K(1 - C)\,\delta\Omega l (V - w)^3.$$

En conséquence, *la quantité de travail intermoléculaire effectuée pendant l'unité de temps, dans un courant à régime uniforme, est proportionnelle au produit du poids du fluide par le cube du décroissement total des vitesses de translation, depuis le filet principal jusqu'aux parois.*

» Je rappellerai, en terminant, que dans un Mémoire qui a été présenté à l'Académie, en avril 1870, j'ai obtenu, au moyen de considérations moins générales que le principe qui vient d'être appliqué, l'expression

$$\zeta = i\left(1 - \frac{w}{U}\right)$$

de la perte de chute ζ due aux mouvements intestins, et je ferai remarquer qu'en désignant par T_m le travail moteur dépensé sur un courant, nous avons

$$\frac{\tau}{T_m} = 1 - \frac{w}{U}.$$

Dans le cas des tuyaux de conduite

$$\frac{w}{U} = \frac{7}{4} - \frac{3}{4}\frac{V}{U},$$

d'où

$$\frac{\tau}{T_m} = \frac{3}{4}\left(\frac{V}{U} - 1\right).$$

» En employant les valeurs de V et U qui résultent des observations de

vitesses faites par M. Darcy dans des tuyaux en fonte, j'ai obtenu, pour les conduites neuves de $0^m,188$ et $0^m,500$ de diamètre, les valeurs 0,1158 et 0,1279 du rapport de τ à T_m, de sorte que la proportion du travail intermoléculaire paraît augmenter avec la section liquide. Pour un tuyau de $0^m,2432$ de diamètre à la paroi intérieure duquel adhérait un mince dépôt calcaire, $\tau = 0,1702\, T_m$, et, le même tuyau ayant été nettoyé, cette proportion descend à 0,1220 d'après les valeurs alors observées de V et U. J'ajouterai que la perte de chute due aux mouvements intestins augmente un peu moins rapidement que le carré de la vitesse du fluide en contact avec les parois. »

M. **W. Thomson** fait hommage à l'Académie de quarante et un volumes ou brochures publiés par lui (voir au *Bulletin bibliographique* les titres de ces divers ouvrages).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats pour la chaire de Physique appliquée, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Becquerel*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

MM. **L. Schulhof, P. Regnard, Galippe, Cadiat, F. Jolyet, Ch. Bagnis. Fr. Franck** adressent des remercîments à l'Académie pour la distinction dont leurs travaux ont été l'objet, dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure contenant les travaux du laboratoire de Physiologie expérimentale de M. *Marey*, pour l'année 1877.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (181), découverte à l'Observatoire de Marseille, le 2 février* 1878; par M. **Cottenot** (transmises par M. Stephan).

1878.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
Fév. 2	13h. 2m.24s	10h. 2m.28s,66	78°.51′.22″,0	$-\bar{2},181$	$-0,6749$	*a*	Cottenot.
3	13.26.56	10. 1.47,77	78.39.13,8	$+\bar{2},522$	$-0,673$	*a*	Coggia.

1878.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
Fév. 4	11.26.24	10. 1.10,70	78.28.23,6	$-\bar{1},234$	−0,682	*a*	Coggia.
5	12. 7.33	10. 0.29,23	78.15. 6,8	$-\bar{2},955$	−0,670	*b*	Coggia.
6	9.58.10	9.59.50,96	78. 5.14,9	$-\bar{1},467$	−0,690	*b*	Coggia.
7	9.49.21	9.59. 9,65	77.53.17,9	$-\bar{1},479$	−0,699	*c*	Coggia.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1878,0.

Étoiles de comp.	Noms.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorités.
		h m s	° ′ ″	
a	1319 Weisse (A. C.) IXʰ.	10. 2.48,63	78.43. 6,4	Cat. W.
b	1213 Weisse (A. C.) IXʰ.	9.57.36,19	77.46.55,0	Cat. W.
c	α Lion (Régulus).......	10. 1.52,38	77.26.14,2	*Conn. des Temps.*

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux petites planètes à l'Observatoire de Pola*, par M. **Palisa** (communiquée par M. Yvon Villarceau).

(Dépêches télégraphiques reçues le 10 février à 8^h50^m du matin.)

» 1° Planète Palisa, 7 février :

Ascension droite....... 10^h20^m Déclinaison......... +12° 45′

Mouvement : 6 minutes vers le nord, 10ᵉ grandeur.

» 2° Planète Palisa, 8 février :

Ascension droite....... 9^h23^m Déclinaison......... +12° 33′

Mouvement : 16 minutes vers le nord, 12ᵉ grandeur.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète, à Clinton, New-York; par M.* **Peters** (communiquée par M. Yvon Villarceau).

(Dépêche télégraphique de M. Joseph Henry, secrétaire de l'Institution Smithsonienne, reçue le 7 février à 8^h55^m du matin.)

Planète par Peters, découverte le 6 *février* 1878.

Ascension droite....... 10^h16^m Déclinaison......... +13° 43′

Mouvement vers le nord, 10ᵉ grandeur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction suivant les puissances d'un polynôme.* Note de M. **Laguerre.**

« 1. Étant donné un polynôme $F(z)$ de degré m, on peut développer une fonction quelconque de z suivant les puissances croissantes de ce polynôme, les coefficients étant des polynômes en z du degré $(m-1)$, et Jacobi a donné [1] le moyen d'obtenir ces coefficients.

» Cette sorte de développement a une importance particulière lorsqu'il s'agit d'évaluer des intégrales définies de la forme $\int f(xz)F(z)\,dz$ et de la forme $\int f(z-x)F(z)\,dz$, les limites de l'intégrale étant deux racines de l'équation $F(z)=0$.

» En m'occupant, à ce point de vue, du développement de e^{xz}, de $(z-x)^m$ et de $\log(z-x)$, j'ai été assez heureux pour rencontrer quelques-uns des résultats importants donnés récemment par M. Hermite, relativement à l'approximation des fonctions transcendantes par des fonctions rationnelles, notamment dans sa Lettre à M. Fuchs *Sur quelques équations différentielles,* et dans son mémorable Mémoire *Sur la fonction exponentielle.*

» 2. En m'en tenant ici à ce qui concerne la fonction exponentielle, soit

$$e^{zx} = \Sigma(U_n + zV_n + \ldots + z^{n-1}W_n)\frac{F^n(z)}{1.2\ldots n}; \tag{1}$$

en désignant par $a, b, \ldots, l$ les diverses racines de l'équation $F(z)=0$, on voit facilement que W_n est de la forme

$$M_1 e^{ax} + M_2 e^{bx} + \ldots + M_m e^{lx},$$

$M_1, M_2, \ldots, M_m$ étant des polynômes en x du degré n.

» D'ailleurs la méthode de Jacobi montre que W_n est de l'ordre de x^{mn+n-1}; il en résulte que les polynômes $M_1, M_2, \ldots, M_m$ ont précisément les valeurs pour lesquelles l'expression précédente est de l'ordre le plus élevé possible; chacun de ces polynômes, renfermant en effet $(m+1)$ constantes arbitraires, les $(m+1)n$ constantes dont on dispose ne permettent d'annuler dans cette expression que les coefficients de $x^0, x^1, x^2, \ldots, x^{mn+n-2}$.

» Ce point établi, en égalant les dérivées prises par rapport à z des deux

[1] *Entwickelungen nach der Potenzen eines Polynoms* (*Journal de Borchardt*, t. 53, p. 105).

membres de l'équation (1), on obtiendra facilement les relations qui permettent d'obtenir par voie récurrente les diverses fonctions W_n.

» En égalant de même les dérivées prises par rapport à x, on obtiendra l'équation différentielle suivante, à laquelle satisfait la fonction W_n, et où j'ai posé

$$F(x) = x^m + A x^{m-1} + \ldots + Kx + L,$$

$$x\left(\frac{d^m y}{dx^m} + A\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + K\frac{dy}{dx} + Ly\right)$$
$$- n\left(m\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + (m-1)A\frac{d^{m-2}y}{dx^{m-2}} + \ldots + Ky\right) = 0.$$

L'intégrale générale de cette équation est évidemment C_1, C_2, ..., C_m désignant des constantes arbitraires,

$$C_1 M_1 e^{ax} + C_2 M_2 e^{bx} + \ldots + C_m M_m e^{lx}.$$

Cette équation, du reste, peut s'intégrer directement. Il suffit, en effet, d'intégrer l'équation adjointe de Lagrange

$$\frac{d^m}{dx^m} xu - \frac{d^{m-1}}{dx^{m-1}}(Ax - nm)u + \frac{d^{m-2}}{dx^{m-2}}[Bx - n(m-1)A]u + \ldots = 0,$$

ou, en développant,

$$x\left(\frac{d^m u}{dx^m} - A\frac{d^{m-1}u}{dx^{m-1}} - \ldots \pm Lu\right)$$
$$+ (n+1)\left[m\frac{d^{m-1}u}{dx^{m-1}} - (m-1)A\frac{d^{m-2}u}{dx^{m-2}} - \ldots \mp Ku\right] = 0,$$

et la méthode de Laplace donne immédiatement les m intégrales de cette équation

$$\int_a^{\pm\infty} e^{-zx} F(z)\,dz, \quad \int_b^{\pm\infty} e^{-zx} F(z)\,dz, \quad \ldots, \quad \int_l^{\pm\infty} e^{-zx} F(z)\,dz.$$

On se trouve ainsi ramené à la considération des intégrales définies qui ont servi de point de départ à M. Hermite dans son Mémoire *Sur la fonction exponentielle*.

» 3. Pour considérer le cas le plus simple, soient

$$F(z) = z(z-1) \quad \text{et} \quad e^{zx} = \Sigma(U_n + zV_n)\frac{z^n(z-1)^n}{1.2\ldots n}.$$

On trouvera sans difficulté les relations suivantes :

$$U_n = \frac{x V_{n-1} - V_n}{2},$$

$$V_{n+1} + 2(2n+1) V_n - x^2 V_{n-1} = 0,$$

$$x \frac{d^2 V_n}{dx^2} - (2n + x) \frac{dV_n}{dx} + n V_n = 0;$$

d'où l'on conclut sans peine

$$V_n = e^x x^{2n+1} (-1)^n \int_0^1 e^{-zx} z^n (z-1)^n,$$

et, si l'on pose

$$V_n = F_n(x) e^x - \Phi_n(x),$$

on voit que les fractions $\frac{\Phi_n(x)}{F_n(x)}$ sont les réduites résultant du développement de e^x en fraction continue.

» 4. Je mentionnerai encore, à cause de leur utilité dans diverses applications, et notamment dans la théorie des transcendantes de Bessel, les développements de e^{zx}, $\cos zx$ et $\sin zx$, suivant les puissances de $(z^2 + 1)$ et suivant les puissances de $(z^2 - 1)$. On les obtiendra facilement en suivant la méthode que j'ai indiquée plus haut. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les foyers des courbes de $n^{ième}$ classe.* Note de M. P. Serret. (Extrait.)

« 1. Le principe unique, énoncé dans une Note précédente comme contenant toute la théorie de courbes et de surfaces de degré quelconque, mène, d'une manière presque nécessaire, à une définition nouvelle des foyers, où les points imaginaires de l'infini ne jouent plus aucun rôle. De nouveaux éléments géométriques, toujours réels, y remplacent ces êtres de pure raison, au grand avantage, croyons-nous, du bon sens et de l'avancement des propriétés descriptives de l'étendue. La nouvelle définition, en effet, ne donne pas seulement une suite infinie de porismes de tous les degrés, elle fournit encore, par exemple, l'expression géométrique des $2n$ conditions communes auxquelles doivent être assujetties une série de courbes de classe n que l'on veut rendre homofocales. Et inversement, étant donnés ces $2n$ éléments géométriques communs qui assurent l'homofocalité d'une série de courbes de classe n, notre définition permet de déterminer, je ne dirai pas les n foyers, puisque le problème n'est pas géo-

métrique, mais le centre commun des courbes de la série. Ce centre, en effet, se trouve au point de concours de $2n$ droites dont chacune se peut déterminer par $2n-1$ points distincts.

» 2. Ces indications permettent déjà d'apercevoir quelle est l'étendue de cette méthode, qui demeure constamment analytique, mais où l'Analyse procède par de simples combinaisons linéaires ne demandant jamais ni calculs, ni réductions d'aucune sorte. C'est proprement la suite, à laquelle il fallait bien s'attendre, de cette Géométrie intuitive dont Poncelet fut le second créateur, et qui devra tôt ou tard obliger l'Analyse à se rendre intuitive comme elle.

» 3. J'indiquerai encore la proposition suivante, dont l'analogie avec les propriétés focales des coniques n'a pas besoin d'être signalée : *Les tangentes menées, d'un point extérieur, à une courbe de $n^{ième}$ classe, et les rayons vecteurs menés de ce point aux foyers de la courbe, ont les mêmes axes des moyennes directions.* Ce théorème, qui permet de construire le $n^{ième}$ rayon d'un faisceau tangentiel quelconque, peut se vérifier comme il suit :

» Soit, conformément à la théorie ordinaire,

$$(1) \qquad p_1 \ldots p_n + \lambda_1 p'_1 \ldots p'_{n-2} + \lambda_2 p''_1 \ldots p''_{n-4} + \ldots = 0$$

l'équation tangentielle de la courbe où $p_1, \ldots, p_n$, et $p'_1, \ldots, p'_{n-2}, p''_1, \ldots, p''_{n-4}, \ldots$ désignent les distances *orthogonales* d'une tangente quelconque,

$$(2) \qquad y = ax + b,$$

aux n foyers $1, 2, \ldots, n$, d'une part, et, d'une autre part, à d'autres points fixes $1', 2', \ldots$, au nombre de $n-2$, $1'', 2'', \ldots$, au nombre de $n-4, \ldots$, ce qui permet d'écrire d'abord, au lieu de (1),

$$(1') \qquad \left\{ \begin{aligned} 0 = {} & (y_1 - ax_1 - b)\ldots(y_n - ax_n + b) \\ & + \lambda_1(a^2+1)(y'_1 - ax'_1 - b)\ldots \\ & + \lambda_2(a^4 + 2a^2 + 1)(y''_1 - ax''_1 - b)\ldots \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \right.$$

Exprimant ensuite que la tangente (2) passe par un point donné $o(XY)$, il vient, pour le faisceau tangentiel issu de ce point,

$$(1'') \qquad \left\{ \begin{aligned} 0 = {} & (a-a_1)(a-a_2)\ldots(a-a_n) \\ & + \mu_1(a^2+1)\varphi_{n-2}(a) + \mu_2(a^4 + 2a^2 + 1)\varphi_{n-4}(a) + \ldots; \end{aligned} \right.$$

$a_1, a_2, \ldots, a_n$ désignant les coefficients angulaires des rayons vecteurs des foyers $o1, o2, \ldots, on$.

» Si l'on pose actuellement l'*identité*

$$(3) \qquad (a - a_1)\ldots(a - a_n) \equiv a^n - S_1 a^{n-1} + S_2 a^{n-3} - S_3 a^{n-4} + \ldots,$$

et qu'on écrive, au lieu de (1″),

$$(1''') \qquad \left\{ \begin{array}{l} 0 = a^n - S_1 a^{n-1} + S_2 a^{n-2} - S_3 a^{n-3} + \ldots \\ \quad + \nu_0 a^n + \nu_1 a^{n-1} + \nu_2 a^{n-2} + \nu_3 a^{n-3} + \ldots, \end{array} \right.$$

la droite ox sera axe des moyennes directions pour les tangentes issues du point o, si l'on a

$$(c) \qquad 0 = S_1 - S_3 + S_2 - S_4 + \ldots - (\nu_1 - \nu_2 + \nu_3 - \nu_4 + \ldots),$$

or, si l'on revient de (1‴) à l'équation explicite (1″), on reconnaît presque aussitôt que la somme partielle $\nu_1 - \nu_2 + \nu_3 - \ldots$ est nulle identiquement pour chacun des groupes $\mu_1(a^2+1)\varphi_{n-2}(a)$, $\mu_2(a^2+1)^2\varphi_{n-4}(a)$, ... L'équation de condition (c), qui exprime que la droite ox est axe des moyennes directions pour les tangentes issues du point o, peut donc s'écrire

$$(c') \qquad 0 = S_1 - S_3 + S_2 - S_4 + \ldots,$$

et cette dernière exprime que la droite ox est aussi axe des moyennes directions pour les rayons vecteurs $o1$, $o2$, ..., on aboutissant aux foyers. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Observations relatives à un Mémoire de M.* Dieulafait *sur l'acide borique*. Note de M. **Bidaud**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Dans une Note communiquée à l'Académie le 1er octobre 1877, M. Dieulafait indiquait « la méthode de la flamme de l'hydrogène, telle qu'il l'a décrite, comme décelant nettement l'existence de $\frac{1}{10000000}$ de gramme de bore ». Cette Note, qui n'était qu'un court extrait du travail de l'auteur, ne décrivait pas la méthode elle-même.

» Depuis lors, l'important Mémoire de M. Dieulafait a été publié [1]. A la page 325, l'auteur fait connaître la méthode, qu'il étudie encore, dit-il, et qui doit rivaliser de précision et de sensibilité avec la méthode spectrale. Cette méthode consiste à approcher un mélange salin basique,

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 318 et suivantes, novembre 1877.

renfermant de l'acide borique auquel on a ajouté un acide fort, d'un brûleur de Bunsen alimenté avec de l'hydrogène pur ou avec du gaz d'*éclairage* ordinaire. Il se produit une flamme verte caractéristique, alors que la distance qui sépare la partie extérieure *visible* de la flamme du mélange salin est de 2 ou 4 millimètres, suivant les cas. Plus loin, il ajoute que le mode d'expérimentation précédent a l'immense avantage de faire voir *seul* l'acide borique, alors même qu'on opère sur un mélange salin très-complexe, etc.

» Je crois devoir faire remarquer que, dès 1873 ([1]), j'ai fait connaître la méthode dont il s'agit. J'ai cité des expériences où la distance de la flamme à la substance expérimentée a varié de 1 millimètre à 1 centimètre; d'autres, avec des mélanges salins divers, qui, lorsqu'ils étaient basiques, devaient être additionnés d'acide sulfurique pour manifester la réaction. L'acide tartrique a été aussi employé, pour mettre en liberté l'acide borique.

» Peut-être M. Dieulafait a-t-il été seulement un peu plus loin que moi, quant à la sensibilité de la méthode; mais, si l'on fait attention que ses calculs portent sur le bore et les miens sur l'acide borique, la différence s'amoindrit considérablement ([2]). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelles observations relatives aux relations entre les phénomènes du magnétisme terrestre et la rotation du Soleil.* Note de M. **J.-A. Broun.** (Extrait.)

« J'ai montré, dans une Note précédente, comment j'ai été conduit à assigner, aux variations dans la force horizontale magnétique, une période voisine de 26 jours.

» Je demande la permission de répondre quelques mots encore aux objections qui m'ont été faites par M. Faye. Suivant M. Faye :

« D'une part, l'égalité absolue des périodes n'est pas même à présumer; d'autre part, on ne saurait dire comment ni pourquoi les différentes faces que le Soleil présente successivement à la Terre y causeraient une augmentation ou une brusque diminution de la force magnétique horizontale ([3]). »

» Je ferai remarquer que c'est au Soleil que s'appliquent mes conclu-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 489.

([2]) Je profite de l'occasion qui m'est offerte, pour faire remarquer qu'une erreur d'impression me fait dire, à la page 490 : $\frac{1}{200}$ pour $\frac{1}{2000}$ et $\frac{1}{2400}$ pour $\frac{1}{24000}$.

([3]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 249.

sions, et non aux taches. J'ai conclu de mes résultats que les taches elles-mêmes ne sont pas liées directement, par une relation de cause à effet, avec la variation de la force magnétique (¹). M. Faye a proposé lui-même une hypothèse pour expliquer le retard des taches, de l'équateur vers les pôles, en admettant une couche sphéroïdale aplatie aux pôles, au-dessous de la photosphère; lorsqu'on arrive à cette couche, tous les cercles de latitude effectuent leur rotation dans le même temps. C'est le corps, solide, liquide ou gazeux, que cette couche enveloppe, qui doit avoir une durée de rotation plus petite que celle des taches équatoriales, ou de près de vingt-six jours.

» Dès lors, ne sera-t-il pas possible, quand la durée de rotation de ce corps sera très-exactement déterminée par nos aimants, de calculer approximativement la profondeur de cette couche en tous les points?

» Je ne suis pas certain de comprendre parfaitement la seconde partie de l'objection de M. Faye. C'est un fait d'expérience, qu'il existe une variation magnétique, avec une période de vingt-six jours. Il ne me paraît pas douteux que la cause de cette variation doive être cherchée dans le Soleil. On doit accorder au moins que la durée de cette période est voisine de celle de la rotation du Soleil lui-même; donc l'accroissement de la force magnétique de la Terre se produit à l'époque où l'un des côtés du Soleil est tourné vers nous; la diminution, à l'époque où l'autre côté se présente. Nos aimants montrent qu'un côté de notre Terre n'a pas la même force magnétique que l'autre; mais nous ne savons, pas plus dans ce cas que dans l'autre, comment ni pourquoi.

» J'ai indiqué, dans ma Note précédente, qu'il y avait des ondulations qui disparaissaient dans la période de 26 jours. Il était difficile de croire que le Soleil eût cessé d'agir. J'ai supposé, dès lors, qu'une autre cause, la Lune, était intervenue, et j'ai cherché les ondulations moyennes données par les mêmes séries d'observations pour des périodes de $29^j,5$ et $27^j,3$, durées de la rotation synodique et de la rotation tropique de la Lune.

» On sait qu'en prenant les moyennes d'un nombre limité d'observations, pour une période quelconque, on trouve souvent une variation qui ne se présenterait plus si le nombre d'observations était assez grand. On peut cependant décider facilement s'il existe des ondulations isochrones ayant les périodes de 26 jours, $27^j,3$ ou $29^j,5$. Prenons les moyennes des

(¹) *On the decennal period* (*Trans. Roy. Soc. Edin.*, vol. XXVI, p. 593).

observations, pour une année, qui représentent la période de 26 jours, et projetons-les 14 fois. De même, projetons, au-dessous des premières ondulations, 12 $\frac{1}{3}$ fois les variations trouvées pour $29^j,5$, et enfin, au-dessous de celles-ci, 13 $\frac{1}{3}$ fois les variations pour la période de $27^j,3$. Chaque série occupera une année. Ajoutons maintenant les ordonnées comptées à partir des lignes moyennes, pour chaque série; si ces trois séries d'oscillations ne sont pas un résultat accidentel de calcul, mais que les oscillations successives se soient réellement produites, la courbe qui représente la somme des ordonnées, pour chaque jour, représentera aussi la courbe observée, abstraction faite des variations accidentelles ou dues à d'autres causes.

» C'est ainsi que j'ai opéré dans mon Mémoire. J'ai trouvé, de cette manière, une représentation des ondulations observées, avec leurs disparitions et leurs amplitudes variables, ce qui aurait été impossible, si les trois séries d'ondulations dues aux différentes périodes n'avaient pas réellement existé. C'est exactement ce qu'on fait pour les amplitudes variables des marées.

» J'arrive à la dernière objection de M. Faye :

« M. Broun, dit-il, a trouvé que cette force baisse brusquement à diverses époques, entre autres tous les 26 jours, au moment où un certain méridien solaire est dirigé vers nous; mais ce qui ôte à ces remarques beaucoup de leur valeur, c'est que ces variations brusques se présentent à tout instant, je veux dire en dehors de toute période régulière; en outre, à la fin de 1844, un autre méridien solaire, tout différent du premier, se montre tout aussi efficace [1]. »

» Cette phrase ne donne pas une idée très-exacte des faits. Si j'ai trouvé que la force diminue brusquement à diverses époques et *entre autres seulement* tous les 26 jours, c'est que je ne considère pas *un seul méridien* comme efficace. Loin de là, j'ai donné une liste des méridiens pour lesquels il s'est produit une diminution d'un millième de la force, ou plus. D'après cette liste, on trouve que, sur vingt-huit perturbations au delà des limites, dans les deux années, quatorze se sont produites au voisinage du huitième méridien (le méridien qui était vis-à-vis de la terre le 1er janvier 1844 étant pris pour zéro, et le Soleil étant divisé en vingt-six méridiens). Les quatorze autres forment deux groupes autour du treizième et du vingt-troisième méridien.

» J'ai remarqué surtout que, sur les neuf perturbations magnétiques au

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 249.

delà des *limites* qui se sont produites en 105 jours, du 29 août au 11 décembre 1845, il y en a eu cinq qui ont commencé *exactement* au huitième méridien, séparées les unes des autres par un intervalle de 25 jours (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie* (troisième Note); par M. **Hermite**.

« La notion de l'enfoncement des bassins par suite du dépôt des couches sédimentaires a été mise en pleine lumière par Élie de Beaumont (²), qui, la considérant comme un moyen d'explication générale pour la Géologie, en a fait une application aux divers bombements du grand bassin parisien.

» Nous avons suivi la voie ouverte par l'illustre géologue, en nous appuyant sur le phénomène de la dénudation, qui est la contre-partie de celui de la sédimentation. Mais l'application que nous en avons faite au cas particulier d'un bombement émergé (³) a été peut-être exposée trop sommairement pour appeler l'attention des géologues sur des questions presque délaissées. Nous nous proposons maintenant de dégager le principe qui nous a servi de base et d'en faire une application générale.

» Nous rappellerons d'abord que la Géologie contemporaine offre déjà un exemple d'explication, par les *causes actuelles*, d'un phénomène qui semblait devoir rester étroitement lié à l'hypothèse de la fluidité ignée. Sir John Herschel a démontré que l'aplatissement des pôles pourrait résulter de la dénudation aqueuse remaniant les terres polaires sous l'influence de la rotation du globe.

» La dépression des bassins est un fait démontré par l'observation des corps organisés renfermés dans leur sein, et les bombements qui en résul-

---

(¹) Si l'on suppose 105 boules dans une urne, dont 9 sont noires et toutes les autres blanches, on peut calculer la probabilité qu'en les retirant une à une, un événement semblable arrive par hasard. On trouvera ainsi une probabilité tellement petite, que, dans le cas actuel, il n'est pas douteux que cette distribution des grandes perturbations doive être attribuée à une cause. J'ajouterai d'ailleurs, en outre, que cette répétition au bout de 26 jours, ou de multiples de 26 jours, se retrouve dans les observations magnétiques depuis 1836.

Il est clair qu'il y a ici autre chose que le hasard. L'intervalle de 26 jours est associé à un accroissement ou à une diminution régulière de la force magnétique, qui ne peut se produire sans cause.

(²) *Explication de la carte géologique de la France*, p. 612.

(³) *Comptes rendus* des 5 et 11 mars 1877.

tent en sont une conséquence géométrique. Dans ce changement de forme des bassins, les strates se plient d'abord, puis se fissurent et se fracturent sous la pression exercée par les couches elles-mêmes, c'est-à-dire par leur poids. On peut concevoir ces déformations sans hypothèses : elles sont la conséquence d'une propriété essentielle de la matière, dont la conception, agrandie par les expériences de M. Tresca, est confirmée par les *creeps* dans les houillères où l'on voit les strates pliées, fissurées, présenter les mêmes accidents que dans les montagnes. La grandeur de la pression exercée par les dépôts paraît d'ailleurs suffisante pour déterminer des bombements, car l'épaisseur des dépôts dans les mers anciennes se compte par kilomètres. En outre, des zones de dénudation correspondent à la sédimentation; ces deux phénomènes, loin de se suivre, marchent vers le même but tant que la dépression du bassin n'a pas déterminé de bombement. C'est seulement à partir de ce moment que les conditions sont modifiées. L'hypothèse d'un état de mollesse de l'intérieur du globe facilite, il est vrai, la conception de l'enfoncement de chaque bassin considéré isolément. Mais en est-il de même si l'on compare les dépressions de plusieurs bassins? Considérons, pour simplifier, des bassins assez peu étendus pour qu'on puisse négliger la courbure de la Terre et que l'on puisse regarder l'écorce terrestre comme une sorte de *plate-bande* au lieu d'une voûte. Dans ces bassins, toutes choses étant supposées égales, les plus petits exigeant un plus grand poids pour être déprimés devront avoir une profondeur initiale plus grande pour qu'une plus grande hauteur de dépôts puisse s'y accumuler. Cette proposition est évidemment anomale, considérée dans sa généralité.

» Dans les grands travaux de terrassement, il se présente souvent des mouvements analogues à ceux que nous étudions; quoique produits sur une échelle relativement très-petite, ces mouvements offrent un grand intérêt, à raison des indications et même des principes qu'on peut en déduire, en vue d'une application aux phénomènes géologiques. Comme exemple, je citerai l'affaissement d'un ouvrage de fortification en terre, que je construisais en 1846 à *Marsal* (Meurthe), dans la vallée de la Seille, et qui a déterminé dans le lit même de la rivière, à 20 mètres environ, le surgissement d'un îlot. L'influence de l'érosion est ici évidente : la pression exercée par le poids du remblai s'est communiquée de proche en proche dans le terrain d'alluvion et s'est manifestée, là où le poids à soulever était le plus petit et où la cohésion était le plus faible. Les trois facteurs principaux dans cette oscillation, ont été : d'une part, le poids du remblai; d'autre

part, le poids à soulever et la cohésion du terrain, comme forces opposées à la première. C'est la cohésion qui a permis d'élever le remblai jusqu'à une certaine hauteur, sans qu'il se produise d'affaissement. Cette hauteur aurait été plus grande, si la cohésion du terrain avait été plus considérable. Le poids du remblai et la cohésion sont évidemment liés par une relation telle, que, si la cohésion augmente ou diminue, le poids du remblai doit augmenter ou diminuer pour produire une rupture d'équilibre qui détermine un mouvement oscillatoire. Lorsque ce mouvement commence, la cohésion subit une diminution, qui va en augmentant pendant toute la durée du mouvement, car le terrain se déforme de plus en plus. Il résulte de là que, si l'on avait élevé un nouveau remblai sur celui qui s'était affaissé, il n'aurait pu atteindre une hauteur aussi grande que le premier, à cause de la diminution de la cohésion, et la nouvelle oscillation aurait eu une amplitude moindre. D'après cela, si l'on fait abstraction des grandeurs en elles-mêmes, pour ne considérer que les rapports et les lois, il semble qu'on peut admettre les deux propositions fondamentales suivantes : 1° *Les mouvements géologiques se composent d'une suite d'oscillations,* séparées par des intervalles de repos consacrés à de nouvelles accumulations sédimentaires ; 2° *Dans une suite d'oscillations qui affectent une même contrée, les plus anciennes sont les plus grandes.*

» Cette seconde proposition paraît, au premier abord, en contradiction avec les faits observés, car les montagnes les plus récentes sont les plus élevées ; mais il faut considérer que les plus anciennes ont été soumises aux agents détritiques pendant une plus longue durée géologique, et qu'elles ont contribué pour une large part aux dépôts qui ont déterminé les bombements plus récents.

» La phase de la période géologique que nous traversons est caractérisée par des mouvements du sol d'une prodigieuse lenteur. Peut-être doit-on en chercher l'explication dans les variations de vitesse qui accompagnent tout mouvement oscillatoire. Ainsi, dans l'oscillation de quelques mètres dont nous avons été témoin, il était déjà visible que la vitesse était très-faible, au commencement et à la fin. Mais, lorsqu'il s'agit d'oscillations de plusieurs kilomètres, on conçoit que les vitesses, en vertu de l'inertie, doivent grandir et s'éteindre avec une lenteur proportionnée à l'immensité relative des masses en mouvement.

» On pourrait peut-être expliquer de la même manière l'enfoncement graduel des bassins, au fur et à mesure des dépôts, en les considérant comme correspondant à une phase de l'oscillation où la vitesse de haut en bas est sensiblement la même que celle de l'augmentation des dépôts.

» Le rôle de la cohésion, dans les mouvements du sol, ne se borne pas à l'établissement des deux propositions fondamentales précédentes, il explique aussi l'origine de la chaleur répandue dans le sol. La cohésion a pour effet de diminuer la grandeur des oscillations, et, par suite, de détruire une énorme quantité de mouvement qui doit se transformer en chaleur; sa fonction peut être comparée à celle d'un frein dans une machine en mouvement. L'expression et la mesure de la chaleur ainsi développée sont données par l'*équivalent mécanique de la chaleur*, dont la découverte est assez récente. Les caractères principaux de ce calorique sont d'être répandu partout où il y a eu des mouvements du sol et de présenter des variations d'intensité suivant la grandeur des rayons de courbure.

» Quant à la chaleur localisée dans les foyers volcaniques, elle résulterait, ainsi que les ridements des montagnes, de mouvements du sol d'un ordre secondaire, que nous nous proposons d'étudier avec plus de précision que nous ne l'avons fait dans nos deux premières Notes sur l'unité des forces. »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 JANVIER 1878.

(SUITE.)

Observations météorologiques horaires, exécutées par une Société d'étudiants à l'Observatoire de l'Université d'Upsal, du 30 mai 1865 au 9 août 1868, continuées jusqu'au 30 novembre suivant au moyen d'appareils enregistreurs, dirigées et publiées par R. RUBENSON. Upsal, E. Berling, 1877; in-4°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; vol. L, session 1876-1877, Part IV. London, 1877; in-8° relié.

Medico-chirurgical transactions. Published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. the forty-second. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1877; in-8° relié.

The pharmaceutical Journal and transactions; october, november 1877. London, Churchill, 1877; 2 liv. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXXIII, Part 4, nº 132. London, Longmans, 1877; in-8°.

List of the geological Society of London. November 1st 1877. London, 1877; in-8°.

Journal of the royal geological Society of Ireland; vol. IV, Part 3, 4, 1875-76, 1876-77. London, Williams and Norgate; Dublin, Hodges, Foster and Figgis, 1876-1877; 2 liv. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new serie, vol. V; whole serie, vol. VIII, Part I. Boston, Wilson and Son, 1877; in-8°.

The Journal of the linnean Society: Botany; vol. XV, nos 85-88; vol. XVI, nos 89-92 : *Zoology,* vol. XII, nº 64; vol. XIII, nos 65 à 71. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1876-1877; 16 liv. in-8°.

List of the linnean Society of London 1876. Sans lieu, ni date; br. in-8°.

The Transactions of the linnean Society of London; second series : *Zoology,* vol. I, Part the fourth; second serie : *Botany,* vol. I, Part the fourth. London, 1876-1877; 2 liv. in-4°.

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. In memoriam quatuor seculorum ab Universitate Upsaliensi peractorum, edita MDCCCLXXVII, Upsaliæ, excudit Ed. Berling; in-4°.

Questioni sopra Saturno. Memoria del P. A. Secchi. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Biblioteca scientifica internazionale; vol. XIV : *Le Stelle. Saggio di Astronomia siderale* del P. A. Secchi. Milano, Dumolard, 1878; in-8°.

Ouvrages reçus dans les séances des 21 et 28 janvier 1878.

Compte général de l'Administration des Finances, rendu pour l'année 1874 par le Ministre des Finances. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4° (2 exemplaires).

Leçons sur la Philosophie chimique, professées au Collége de France en 1836 *par* M. Dumas, *recueillies par* M. Bineau ; 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1877, décembre. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1877. Épinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1877; in-8°.

Le Phylloxera. Expériences du Comité du Phylloxera, etc.; par P. Mouillefert. Paris, G. Masson, 1877; in-4°.

Leçons sur l'Histologie du système nerveux; par L. Ranvier, *recueillies par* Ed. Weber. Paris, F. Savy, 1878; 2 vol. in-8°.

Théorie mathématique des opérations financières; par H. Charlon; 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. Janssen.)

Traité pratique des maladies des ovaires et de leur traitement; par A.-A. Boinet. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Traité d'Hygiène publique et privée; par A. Proust. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Anatomie chirurgicale. Les régions classiques du corps humain; par le Dr F. Chavernac. Paris, G. Masson; Aix, Makaire, 1878; in-8°.

(Ces trois derniers ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Le Verrier, sa vie, ses travaux; par M. l'abbé Aoust. Marseille, Barlatier-Feissat, 1877; br. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1876 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* E. Plantamour. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1877; br. in-8°.

Sur le bolide du 14 *juin* 1877. *Enquête et études géométriques; par* M. Gruey. Clermont-Ferrand, impr. F. Thibaud, 1878; br. in-8°.

Étude théorique et expérimentale sur les plaques et membranes de forme elliptique; par M. A. Barthélemy. Toulouse, impr. Douladoure, 1877; in-4°.

La Section photographique et artistique de la Direction générale des travaux géographiques du Portugal; par J. Rodrigues. Lisbonne, impr. de l'Académie royale des Sciences, 1877; br. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXV, 1re Partie. Genève, Cherbuliez et Georg, 1876-77; in-4°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 2e série : *Végétaux. Terrain jurassique*, liv. 25 : *Conifères ou Aciculariées; par* M. le comte de Saporta. Texte, feuilles 16 à 18; *Pl. XXXVIII à XLIII du* t. III. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Calcul des éclipses de Soleil par la méthode des projections; par M. BACH. Paris, Mallet-Bachelier, 1860; br. in-8°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Les caves de Roquefort (Aveyron); par Ch. BLONDEAU. Aix, Remondet-Aubin, 1877; br. in-8°.

WAGNER et GAUTIER, *Nouveau Traité de Chimie industrielle;* t. I, fasc. 3. F. Savy, 1878; in-8°.

Des pratiques vicieuses et des préjugés populaires inhérents à l'hygiène et aux maladies des enfants en bas âge dans le pays wallon; par le Dr DROIXHE. Huy, impr. Degrâce, 1877; br. in-8°.

Destruction du Phylloxera; par M. A. DELHOM. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1877; in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Note sur le Phylloxera; par A. MAURY. Lyon, Association typographique; C. Riotor, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Annales agronomiques; par M. P.-P. DEHÉRAIN; t. III, 4e fascicule, décembre 1877. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Résumé d'une étude critique sur la grêle, etc.; par R. VIGUIER. Montpellier, impr. Grollier, 1878; in-8°.

Mémoire sur la période commune à la fréquence des taches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique; par le Dr R. WOLF. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Recueil de Tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes; par HUGO GYLDEN. Stockholm, Norstedt et Soner, 1877; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Notes on the rate of discount in London, from may 1866 *to the close of* 1873; *with continuation to the close of* 1876. Edinburgh, Lorimer and Gillies, 1877; in-8° relié.

The heavenly bodies : how they move and what moves them a new theory; by DUGALD-MACDONALD. Montreal, 1877; br. in-8° (2 exemplaires).

Smithsonian miscellaneous Collections 311. *Index catalogue of books and Memoirs relating to nebulæ and clusters, etc.; by* EDWARD S. HOLDEN. Washington, Smithsonian Institution, 1877; in-8°. (2 exemplaires.)

Climate of new South-Wales : descriptive, historical and tabular; by H.-C. RUSSELL. Sydney, Ch. Potter, 1877; in-8°.

Journal and proceedings of the royal Society of New-South-Wales 1876, vol. X. Sydney, Ch. Potter, 1877; in-8°.

Mines and mineral Statistics. Annual Report of the departement of mines New-South-Wales, for the year 1876. Sydney, Ch. Potter, 1877; in-4°.

The progress and resources of new South-Wales; by Ch. Robinson. Sydney, Ch. Potter, 1877; br. in-8°.

1875-76. *New-South-Wales. Railways of New-South-Wales. Report on their construction and working, from* 1872 *to* 1875 *inclusive; by* John Rae. Sydney, Th. Richards, 1876; in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XIII, Part I, II. Calcutta, 1877; in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica; ser. II, 2 *Jurassic (Liassic), flora of the rajmahal group, in the rajmahal hills; by* O. Feistmantel. Calcutta, 1877; 2 br. in-4°.

Records of the geological Survey of India; vol. X, Part I, II, 1877. Calcutta, 1877; 2 br. in-8°.

Harbour bars : the cause of their formation and how they may be permanently cut away by natural force; by H.-F. Knapp. London, 1878. br. in-8°.

Sul viriale. Memoria dell' Ing. V. Cerruti. Sans lieu, ni date; br. in-4°.

Considerazioni sui calori specifici; per l'Ing. V. Cerruti. Roma, Salviucci, 1877; br. in-4°.

Intorno alle piccole oscillazioni di un corpo rigido intieramente libero. Memoria dell' Ing. V. Cerruti. Roma, Salviucci, 1877; br. in-8°.

(Ces trois dernières brochures sont présentées par M. Yvon Villarceau).

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario, anno XXX, Sessione V^a^-VI^a^. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; 2 liv. in-4°.

Studi sulla climatologia della valle d' Aosta; pel P. Fr. Denza. Torino, tipogr. Giuseppe, 1877; in-8°.

Sull' origine dell' acido borico e dei borati. Considerazioni di A. d'Achiardi. Pisa, tipogr. Nistri, 1878; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1878.

Determination of the number of electrostatic units in the electromagnetic unit made in the physical laboratory of Glascow University. — On the rigidity of the earth. — On vortex motion. — Measurements of specific inductive

capacity of dielectrics, in the physical laboratory of the University of Glascow. — Electrodynamic qualities of metals, etc. — On the thermal effects of fluids in motion, Part III. — *Determination of the number of electrostatic units in the electromagnetic unit made in the physical laboratory of Glascow University.* 7 br. in-4°, par sir W. Thomson.

Report of the Committee appointed for the purpose of promoting the extension, improvement, and harmonic Analysis of tidal observations, etc. — On signalling through submarine cables, and on the rope dynamometer — Geological climate. — On an integrating machine having a new kinematic principle, etc. — Of geological dynamics. — Amended rule for working out Sumner's method of finding a ship's place. — Archibald Smith, etc. — Electrodynamic quality of metals, etc. — Note on the oscillations of the first species in Laplace's theory of the tides. — On a uniform electric current accumulator, etc. — Hydrokinetic solutions and observations. — Address to the mathematical and physical Section of the british Association. — On the forces experienced by solids immersed in a moving liquid, etc. — Directions for the adjustment and use of the quadrant electrometer. — On deep-sea sounding by piano-forte wire. — Vibrations and waves in a stretched uniform chain of symmetrical Gyrostats. — Instructions for the use of Sir W. Thomson's navigational sounding machine. — Description of Sir William Thomson's siphon recorder, etc. — Note on Dulong and Petit's law of Cooling. — On compass adjustment in iron ships. — On the rate of a clock or chronometer, etc. — Instructions for the adjustment of Sir W. Thomson's patent compass. — Extract from a letter of W. Froude, etc. — On a new astronomical clock, etc. — On a new form of the dynamic method for measuring the magnetic dip. — On the thermal effects of fluids in motion, etc. — On the convective equilibrium of temperature in the atmosphere. — Vortex statics. — On the electrodynamic qualities of metals, etc. — On a constant form of Daniell's battery. — General integration of Laplace's differential equation of the tides. — On the thermoelastic, thermomagnetic and pyroelectric properties of matter. — Address of Sir W. Thomson's. — Monday, 7th december 1874. Sir W. Thomson, *President in the chair.* 34 brochures in-8°, par Sir W. Thomson.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*.
Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* ...... Michel et Médan.
- *Alger* ...... Garault St-Lager. / Orlando.
- *Amiens* ..... Hecquet-Decobert.
- *Angoulême* .. Debreuil.
- *Angers* ..... Germain et Grassin. / Lachèse, Belleuvre et Ce.
- *Bayonne* .. Cazals.
- *Besançon* ... Marion
- *Cherbourg* ... Lepoittevin.
- *Bordeaux* ... Chaumas / Sauvat.
- *Bourges* .... David.
- *Brest* .... Lefournier.
- *Caen* .... Legost-Clérisse.
- *Chambéry* ... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Rousseau.
- *Dijon* ...... Lamarche.
- *Douai* ...... Bonnard-Obez. / Crépin.
- *Grenoble* ... Drevet.
- *La Fère* .... Bayen.
- *La Rochelle*. Hairitau.
- *Lille* .... Beghin. / Quarré.
- *Lorient* .... Charles.
- *Lyon* .... Beaud. / Palud.
- *A Marseille* ... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier* . Coulet. / Seguin.
- *Moulins* ..... Martial Place.
- *Nantes* ..... Douillard frères. / Mme Veloppé.
- *Nancy* ...... André. / Grosjean.
- *Nice* .... Barma. / Visconti.
- *Nîmes* ...... Thibaud.
- *Orléans* .... Vaudecraine.
- *Poitiers* .... Ressayre.
- *Rennes* .... Morel et Berthelot. / Verdier.
- *Rochefort* ... Brizard. / Valet.
- *Rouen* ...... Métérie. / Herpin.
- *St-Étienne* .. Chevalier.
- *Toulon* .... Rumèbe aîné. / Rumèbe jeune.
- *Toulouse* .... Gimet. / Privat.
- *Valenciennes*. Giard. / Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam*. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* .. Verdaguer.
- *Berlin* ...... Asher et Cie.
- *Bologne* .... Zanichelli et Cie.
- *Boston* ..... Sever et Francis.
- *Bruxelles* ... Decq et Duhent. / Merzbach et Falk.
- *Cambridge* .. Dighton.
- *Édimbourg* .. Seton et Mackenzie.
- *Florence* .... Jouhaud.
- *Gand* .... Clemm.
- *Gênes* ...... Beuf.
- *Genève* ..... Cherbuliez.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* ... Imer-Cuno.
- *Leipzig* ..... Brockhaus. / Twietmeyer. / Voss.
- *Liége* ...... Bounameaux. / Gnusé.
- *Londres* .... Dulau / Nutt.
- *Luxembourg*. V. Büch.
- *Milan* ...... Dumolard frères.
- *A Moscou* .... Gautier.
- *Madrid* ..... Bailly-Baillière. / Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York* .. Christern.
- *Oxford* ..... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Pédone-Lauriel.
- *Porto* ...... Magalhães et Moniz. / Chardron.
- *Rio-Janeiro*. Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères.
- *Rotterdam* .. Kramers.
- *Stockholm* .. Samson et Wallin.
- *St-Pétersb.* .. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Turin* ...... Bocca frères. / Brero.
- *Varsovie* .. Gebethner et Wolff.
- *Venise* .... Ongania.
- *Vérone* ..... Drucker et Tedeschi.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich* ..... Franz Hanke. / Schmidt.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.
Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 Février 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 7 (18 Février 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

M. le **Président** rend compte à l'Académie des funérailles de M. Claude Bernard, dans les termes suivants :

« Les funérailles de M. Claude Bernard ont été célébrées samedi dernier, 16 février, dans l'église de Saint-Sulpice, en présence d'une assistance très-nombreuse. Grâce à la libéralité des pouvoirs publics, il a été possible de ne rien négliger de ce qui pouvait rehausser l'éclat de la triste cérémonie. Les honneurs rendus à notre regretté confrère ont été tels que l'Académie pouvait le souhaiter.

» Le corps a été inhumé au cimetière du Père-Lachaise, où les discours suivants ont été prononcés :

» M. Dumas a parlé au nom de M. le Ministre et du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

» M. Mézières, au nom de l'Académie française.

» M. Bouillaud, au nom de l'Académie des Sciences.

» M. Vulpian, » »

» M. Laboulaye, au nom du Collége de France.

» M. Bert, au nom de la Faculté des Sciences.

» M. Gervais, au nom du Muséum.

» M. Moreau, au nom de l'Académie de Médecine.

» M. de Mont-Pallier, au nom de la Société de Biologie. »

DISCOURS PRONONCÉS PAR DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE, AUX FUNÉRAILLES DE M. CLAUDE BERNARD.

DISCOURS DE M. J.-B. DUMAS, AU NOM DU CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

« MESSIEURS,

» Le Conseil supérieur de l'Instruction publique réclame une large part du deuil qui frappe si douloureusement l'Université, l'Institut et la France. Lorsqu'on voit s'éteindre une des grandes lumières du pays, il perd toujours un des siens, et le Ministre éminent qui le préside a voulu que je vinsse en son nom déposer sur cette tombe l'expression de nos regrets.

» Claude Bernard, que nous pleurons, s'était placé par son rare génie et par ses brillantes découvertes à cette hauteur où l'on cesse d'appartenir exclusivement à une compagnie, et même à une nation, pour prendre rang dans le concert de la Science universelle; vivant, sa gloire avait franchi l'espace, elle était acclamée dans le monde entier; mort, elle bravera le temps et ses outrages.

» Après Lavoisier, Laplace, Bichat, Magendie, qui lui avaient ouvert la route, Claude Bernard a épuisé ses forces à son tour à l'étude du grand mystère de la vie, sans prétendre à pénétrer toutefois son origine et son essence. L'astronome ignore la cause de l'attraction universelle et n'en calcule pas moins avec certitude la marche des astres qu'elle soutient dans l'espace et dont elle dirige le cours. Claude Bernard avait jugé qu'il est permis de même au physiologiste d'expliquer les phénomènes de la vie au moyen de la Physique et de la Chimie qui exécutent, quoique la vie et la pensée, qui dirigent, demeurent hors de sa portée.

» La Physique animale n'était-elle pas fondée, en effet, dès que Lavoisier et Laplace eurent prouvé que la respiration est une combustion, source de la chaleur qui nous anime? Ce flambeau de la vie qui s'allume, cette flamme de la vie qui s'éteint, expressions poétiques heureuses de l'antiquité, ne devenaient-elles pas des vérités philosophiques, auxquelles il a été donné à Claude Bernard d'ajouter le dernier trait?

» L'Anatomie générale n'était-elle pas née, le jour où Bichat définissait la vie : l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort? Sans en révéler la secrète nature, n'apprenait-il pas à préciser les formes que la vie revêt dans

chacun des éléments dont se composent nos tissus, à considérer comme l'expression sensible de la vie ces mouvements de destruction et de rénovation dont ils sont le théâtre; leur arrêt, comme le signe certain de la mort?

» Magendie n'ouvrait-il pas, enfin, la route à la Physiologie expérimentale, devenue entre les mains de Claude Bernard, son élève, une science nouvelle? Empruntant à la Physique et à la Chimie ses instruments et ses méthodes, sans oublier que les forces dont elles disposent vont s'exercer sur des êtres doués de vie, n'est-ce pas Claude Bernard, qui l'a portée au rang des Sciences exactes et qui la laisse rivalisant de certitude et d'autorité avec celles qui opèrent sur la matière brute?

» Parmi tant de découvertes, auxquelles son nom demeure attaché, quelle merveille de sagacité et d'analyse que ce travail à jamais célèbre et depuis longtemps populaire où, donnant un corps certain à la pensée de Bichat, il fait voir dans le muscle qui se contracte, dans le nerf qui le met en mouvement, dans l'élément nerveux sensitif et dans l'élément nerveux moteur, autant de modes distincts de la vie, pouvant coexister, mais aussi pouvant mourir séparément et comme en détail!

» Quel physiologiste ne serait fier d'avoir découvert la véritable fonction du foie, problème qui, depuis l'antiquité la plus haute jusqu'à nos jours, avait excité, mais en vain, la curiosité de toutes les écoles médicales? Quel chimiste n'eût considéré comme un fleuron à sa couronne cette analyse hardie et savante par laquelle Claude Bernard découvre dans cet organe énigmatique une matière propre à se changer en sucre, un ferment capable d'en opérer la conversion, une source enfin qui verse sans cesse du sucre dans le sang?

» Mais je m'arrête, et je laisse à des voix plus autorisées le droit d'exposer dans toute leur fécondité les découvertes que nous devons à l'illustre physiologiste que nous venons de perdre.

» S'il était permis d'éteindre, tout à coup, les lumières que la Science de la vie emprunte aux travaux de Lavoisier, de Laplace, de Bichat, de Magendie et de Claude Bernard, l'esprit humain reculerait de dix siècles.

» Les phénomènes physiques de la vie n'ont plus d'inaccessibles secrets. Les problèmes qui s'y rapportent ont tous été abordés par Claude Bernard avec confiance, poursuivis avec obstination. Il en est peu qu'il n'ait résolus et dont il n'ait ramené la solution, à force de génie, à ces formules élégantes et simples où l'imagination du poëte se mêle à la rigueur de la Géométrie.

» La France perd en Claude Bernard un de ses fils les plus illustres, la Science un de ses représentants les plus respectés, nous tous un confrère aimé dont le commerce plein de charme et de douceur, après lui avoir acquis l'universelle sympathie, assure à sa mémoire un éternel regret.

» En ce moment où des coups répétés nous frappent, où nous perdons en quelques mois Brongniart, Balard, Le Verrier, Becquerel, Regnault, Claude Bernard, et quand la Science française, presque décapitée, a besoin de tourner vers l'avenir des regards d'espérance, les pouvoirs publics ont voulu que les honneurs réservés aux capitaines qui se sont illustrés en défendant la Patrie, aux politiques qui en ont dirigé les destinées à travers les écueils, fussent aussi rendus au génie de l'étude. Ce n'est pas en vain que ce grand spectacle aura été déployé en face de nos écoles. Une noble émulation, troublant les jeunes âmes qui le contemplent émues, ira réveiller leur ardeur, leur inspirer l'amour de la vérité, l'ambition de la gloire et le dédain de la fortune.

» Les forces morales de la France semblent menacées; préparons des successeurs à ces grands hommes, presque tous enlevés avant l'heure! Ouvrons la route à leurs émules, à ces génies naissants que nos vœux appellent et que réclament nos rangs décimés.

» Claude Bernard s'écriait, au souvenir des misères que tous les savants ses contemporains ont partagées : « L'étude de la Physiologie exige deux » choses, le génie qui ne se donne pas et les ressources matérielles qu'un » vote des pouvoirs publics suffirait à lui assurer. La Physiologie française » ne réclame que des moyens de travail : le génie qui les mettrait à profit ne » lui a jamais manqué. » Toutes les Sciences pourraient tenir le même langage.

» Adieu, Claude Bernard, vous que les honneurs ont toujours été chercher et qui n'en avez jamais réclamé aucun; votre cri suprême sera entendu par le Ministre de l'Instruction publique, qui vous accompagne à votre dernière demeure. La pompe inusitée de vos funérailles apprendra de quels respects il veut que les Sciences soient entourées. Votre vie laborieuse et modeste restera comme un salutaire exemple; votre mort, glorifiée de tout un peuple, comme un enseignement. Du sein de la vie éternelle, dont le secret vous a été révélé désormais, si votre modestie s'étonne des honneurs qui vous sont rendus, votre génie s'en reconnaît digne, et votre patriotisme les accepte comme une promesse et un gage de grandeur future pour la Science française. »

DISCOURS DE M. BOUILLAUD,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» Les morts célèbres semblent être un des signes de ces temps vraiment extraordinaires dont nous sommes témoins, et il faut avouer qu'elles se succèdent avec une effrayante rapidité. L'Académie des Sciences nous en fournit un grand et douloureux exemple. En quelques mois, en effet, elle a perdu quatre de ses plus illustres membres : les Le Verrier, les Becquerel, les Regnault et les Claude Bernard. Quelle riche et glorieuse proie pour cette impitoyable mort, qui d'une égale main frappe toutes les têtes, même celles que les plus sacrés lauriers environnent, impuissants contre les coups inopinés de sa foudre !

» Un mois s'est à peine écoulé que Claude Bernard, dans la plénitude de toutes ses forces, prenait encore à nos travaux la grande part qui lui était due, et le voilà prématurément descendu dans cette tombe, autour de laquelle se presse un immense cortége, plongé dans une profonde affliction, et tout étonné d'une perte si peu prévue et si difficile, hélas! à réparer! C'est ainsi que la Physiologie expérimentale a perdu son plus glorieux représentant, ce maître dont la renommée s'étendait aussi loin que le monde savant lui-même, et que toutes les nations enviaient à celle qui s'enorgueillissait de lui avoir donné le jour.

» Il serait trop long ici, je ne dis pas de résumer, mais seulement d'énumérer toutes les recherches dont Claude Bernard est l'auteur, puisqu'il n'est presque aucune partie de la Physiologie sur laquelle on ne trouve l'empreinte de féconde activité. Parmi celles où ce grand expérimentateur s'est signalé par les traits les plus éclatants, nous ne pourrions ne pas mentionner celles relatives aux nerfs vaso-moteurs, à l'action que le pancréas, au moyen de son suc, exerce sur la digestion des corps gras, et au rôle du foie dans la production du sucre.

» Ces dernières recherches surtout eurent un retentissement extraordinaire. Elles avaient pour sujet le viscère le plus volumineux, le plus massif, le plus énigmatique de tous ceux de l'économie, et déjà célèbre en quelque sorte sous plusieurs rapports, autres que celui sous lequel notre illustre confrère l'avait considéré. En effet, l'antique Physiologie en avait fait la source du sang; on y avait constaté une telle disposition de son système veineux et, partant, de la circulation du sang que contient ce système,

que la nature, en l'établissant, semble s'être jouée de ses propres lois; l'observation clinique, confirmée plus tard par l'expérimentation sur les animaux, avait démontré dans la bile sécrétée par ce viscère un pouvoir de ralentissement des battements du cœur et des artères, égal à celui dont jouit la digitale elle-même; on savait qu'il était l'un des principaux dépôts de certaines substances toxiques; mais il était réservé à Claude Bernard l'insigne honneur de nous découvrir que cet organe, sécréteur de l'humeur la plus amère de toutes celles du corps vivant, était en même temps le dépôt d'une matière plus douce que le miel lui-même, puisqu'elle n'est autre qu'une des espèces du sucre.

» Cette découverte constitue une sorte de révolution ou d'ère nouvelle dans l'histoire de celles qui appartiennent à la Physiologie spéciale. Aussi était-ce la conquête favorite de notre savant confrère; et, dans le cours de la précédente année, il en avait encore entretenu l'Académie, ainsi que de la *glycémie*, qui s'y rattache de la manière la plus directe et la plus intime. Ajoutons que, parmi les organes dans lesquels Claude Bernard avait étudié la température du sang, le foie était aussi celui qui lui avait fourni les résultats les plus curieux.

» Tant et de si beaux travaux ne s'accomplirent pas sans que l'auteur en reçût le prix. L'Académie des Sciences leur décerna l'une des plus brillantes couronnes, et, plus tard, il fut Membre à la fois de cette Académie et de l'Académie française, Membre de l'Académie de Médecine, professeur au Collége de France et au Muséum d'Histoire naturelle, commandeur de la Légion d'honneur et enfin sénateur.

» Il lui était permis d'espérer qu'il jouirait, pendant de longues années encore, de tous ces nobles biens, si dignement, si justement acquis, et que de nouvelles découvertes étaient réservées à ses efforts sans cesse renaissants. Mais, hélas! ces heureuses espérances, fragiles comme tant d'autres, ne devaient pas se réaliser : une impatiente mort ne le leur a pas permis!

» Ce n'est pas assez pour la patrie que d'avoir honoré pendant leur vie ses hommes supérieurs. Elle doit honorer aussi leurs cendres, et se montrer fière de ce suprême témoignage de sa reconnaissance. La généreuse et libérale France est d'ailleurs, en quelque sorte, la terre natale de ce beau sentiment. Aussi le Gouvernement, grâces lui en soient rendues, jaloux de veiller à ce que, de sa part, rien ne manquât à la gloire de Claude Bernard, a-t-il voulu que les funérailles de celui qui avait si bien mérité de sa patrie fussent célébrées aux frais de l'État.

» Lorsque, au commencement de ce siècle, mourut, à l'âge de trente et un ans, ce Bichat qui, dans l'espace de six à sept années, avait jeté les fondements d'une Physiologie et d'une Pathologie nouvelles, le premier consul fit élever en son honneur et en celui de Desault, son illustre maître, un marbre dans le vestibule de l'ancien Hôtel-Dieu. Plus tard, comme couronnement de l'œuvre du premier consul, la France érigeait au glorieux auteur de l'*Anatomie générale* une double statue, l'une dans sa terre natale, l'autre dans l'enceinte de l'École de Médecine de Paris.

» Le moment n'est pas éloigné, sans doute, où des monuments de marbre et d'airain seront également décernés à Claude Bernard, pour transmettre sa mémoire aux siècles à venir. Toutefois, pour des Bichat et des Claude Bernard, de tels monuments eux-mêmes sont moins durables que ceux dont leur génie a été l'immortel ouvrier.

» Et maintenant, est-ce tout que ces récompenses superbes et ces magnifiques funérailles dont le prince de la moderne Physiologie expérimentale, que nous pleurons, a été l'objet? Non, il faut l'espérer. Mais il n'appartient qu'à Dieu, le rémunérateur souverain, de faire encore plus pour vous, ô Claude Bernard, dans le monde éternel où vous êtes entré, et où nous vous adressons nos suprêmes adieux. »

DISCOURS DE M. VULPIAN,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» L'Académie des Sciences, si éprouvée, il y a quelques jours à peine, par le décès de deux de ses Membres les plus célèbres, M. Antoine-César Becquerel et M. Victor Regnault, vient encore d'être cruellement frappée. Le plus illustre physiologiste de notre époque, M. Claude Bernard, est mort dimanche dernier, 10 février 1878, à l'âge de soixante-quatre ans.

» L'émotion qu'a provoquée cette mort dans tous les rangs de la société, l'empressement des pouvoirs publics à rendre un solennel hommage à la mémoire de M. Claude Bernard, l'unanimité avec laquelle cet hommage a été rendu, le concours d'une foule attristée à ces funérailles, tout atteste combien est grande la perte que nous venons de subir.

» L'Académie des Sciences m'a désigné pour adresser en son nom un suprême adieu à M. Claude Bernard : triste tâche que j'ai dû accepter et que je ne puis accomplir d'une façon digne du corps savant dont je suis

l'interprète qu'après avoir essayé de mesurer la profondeur du vide que la mort vient de creuser parmi nous!

» M. Claude Bernard, né à Saint-Julien, près de Villefranche, le 12 juillet 1813, vint à Paris vers 1834 pour se livrer à l'étude de la Médecine et de la Chirurgie, et, nommé interne des hôpitaux en 1839, il retourna dans le service auquel il avait déjà été attaché comme externe, le service de Magendie, à l'Hôtel-Dieu. C'est en assistant aux leçons de ce célèbre physiologiste, au Collége de France, qu'il découvrit sa véritable vocation.

» Au lieu des cours didactiques de Physiologie qu'il avait suivis jusque-là, il voyait, au Collége de France, un professeur faire des expériences devant ses auditeurs, non-seulement pour confirmer des données déjà acquises, mais encore, et le plus souvent, pour étudier des problèmes restés sans solution. Au lieu de la Physiologie racontée, c'était la Physiologie animée, vivante, parlante; c'était l'expérience elle-même saisissant avec force l'attention des assistants et imposant à leur mémoire des souvenirs ineffaçables; c'était, en outre, une série de découvertes pleines d'intérêt, naissant pour ainsi dire sous les yeux des élèves.

» L'effet de telles leçons fut décisif. M. Claude Bernard se sentit expérimentateur. Il entra comme aide bénévole dans le laboratoire de Magendie. Dès la seconde année de son internat, il devenait son préparateur attitré. A dater de cette époque, M. Claude Bernard se consacra tout entier aux recherches de Physiologie, si ce n'est dans un moment de découragement où la carrière scientifique lui parut ne jamais devoir s'ouvrir devant lui et où il revint à la Chirurgie.

» Un Mémoire publié en 1843, sous le titre de *Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde du tympan*, et sa thèse inaugurale pour le doctorat en Médecine, soutenue en 1843, et intitulée : *Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition*, sont ses premières publications. Depuis lors, M. Claude Bernard travaille sans relâche; les découvertes succèdent aux découvertes : la célébrité ne tarde pas à s'attacher au nom d'un tel physiologiste. Il supplée d'abord son maître, Magendie, au Collége de France. En 1854, il est nommé professeur à la Faculté des Sciences dans une chaire de Physiologie créée pour lui; la même année, il est nommé Membre de l'Académie des Sciences à la place devenue vacante par suite du décès du chirurgien Roux; l'année suivante, il est appelé à remplacer Magendie dans la chaire du Collége de France. En 1868, il quitte la Faculté des Sciences pour occuper au Muséum la chaire de Flourens, et, la même année, il le

remplace aussi à l'Académie française. La plupart des Sociétés et des Académies étrangères se hâtent de l'admettre au nombre de leurs associés. Il est nommé sénateur, commandeur de la Légion d'honneur, membre de divers ordres étrangers; mais je n'insiste pas sur ces titres extra-scientifiques : il a été de ceux qui honorent les distinctions honorifiques qu'ils consentent à accepter.

» Parvenu aux situations les plus enviées, il travaille avec la même ardeur que lors de ses débuts, et, chaque année, il fait connaître les résultats de ses infatigables expérimentations. Il y a quelques mois, il lisait à l'Académie des Sciences une série de Mémoires des plus intéressants sur la glycogénie animale, et, au moment où la maladie est venue le surprendre, il poursuivait de nouvelles recherches. Il meurt donc, on peut le dire, en pleine activité de production scientifique, et, au milieu de notre tristesse et de nos regrets, nous sommes obsédés de la douloureuse pensée que la mort détruit probablement d'importantes découvertes qu'il n'eût pas tardé à nous communiquer.

» Ce n'est pas ici le lieu de rappeler tous les travaux de M. Claude Bernard. Il faut me borner à mettre en saillie ses découvertes principales et à marquer l'influence qu'il a exercée sur la Physiologie et sur la Médecine.

» Au premier rang de ses travaux se place la série de ses admirables investigations sur la formation du sucre chez les animaux. Ce sont là des recherches qui feront époque dans la Science. Non-seulement elles nous ont dévoilé un phénomène absolument inconnu jusque-là, la production du sucre par le foie chez tous les animaux, mais encore elles ont éclairé d'une vive lumière le mécanisme de l'influence qu'exerce le système nerveux sur la nutrition intime; en outre, elles ont été le point de départ d'une nouvelle théorie du diabète. Depuis l'époque (1849) où M. Claude Bernard faisait, à la Société de Biologie, sa première Communication sur la formation du sucre dans le foie, jusqu'à l'année dernière pendant laquelle il nous donnait lecture de nouvelles recherches sur la glycogénie, il n'a cessé de s'occuper de cette grande question; et l'on peut dire que tout ce que nous connaissons d'important sur elle, nous le lui devons entièrement. Après avoir trouvé que le foie forme du sucre aux dépens du sang qui le traverse et quel que soit le régime de l'animal, il montre que ce sucre est le résultat de la métamorphose d'une substance amyloïde dont il constate le premier la présence dans l'organe hépatique, substance qui se produit dans les cellules propres du foie et à laquelle il donne le nom de *matière glycogène*. Il fait voir ensuite que la quantité de sucre fournie

par le foie au sang des veines hépatiques varie suivant que l'animal est en état de santé ou en état de maladie. Il découvre que la piqûre d'un point particulier du bulbe rachidien exerce une telle influence sur la formation du sucre par le foie, que le sang, chargé d'une trop grande quantité de ce principe, le laisse échapper par les reins et que l'animal devient diabétique. Cette découverte tout à fait imprévue excite dans le monde savant un profond étonnement, qui fait bientôt place à l'admiration lorsque le fait annoncé par le physiologiste français est confirmé par tous les expérimentateurs. Par une suite de recherches d'une prodigieuse sagacité, il montre par quelles voies les lésions du bulbe rachidien dont il vient d'indiquer les effets vont agir sur la glycogénie hépatique. Jamais regard plus pénétrant n'avait plongé dans les profondeurs de la nutrition intime.

» Il va plus loin encore; comme je l'indiquais tout à l'heure, il tire lui-même de ses découvertes les conséquences qui s'appliquent à la Médecine. Il édifie une nouvelle théorie du diabète. Pour lui, cette maladie est due essentiellement à un trouble des fonctions du foie, à une exagération de la production de matière glycogène et à une suractivité parallèle de la métamorphose de cette matière en sucre. Ce trouble a le plus souvent pour cause une altération du fonctionnement du système nerveux central. Cette théorie de M. Claude Bernard devient le point de départ de recherches pathologiques des plus intéressantes, et, aujourd'hui, après des discussions approfondies, elle semble sur le point de triompher de la résistance de ses contradicteurs.

» A côté de ce grand travail, et au même rang pour le moins, la postérité placera les recherches de M. Claude Bernard sur le grand sympathique et sur l'innervation des vaisseaux. Avant ces recherches, on ne connaissait presque rien de l'action du système nerveux sur la production de la chaleur animale.

» En 1851, M. Claude Bernard publie ses premières expériences relatives à l'*influence du grand sympathique sur la sensibilité et la calorification*. Il fait voir que la section du cordon cervical du grand sympathique, d'un côté, détermine, en même temps qu'une congestion de toute la moitié correspondante de la face, une augmentation considérable de la chaleur dans cette même région.

» Dans aucun des travaux de M. Claude Bernard ne se montre peut-être avec plus de netteté l'instinct de découverte, la sagacité inventive dont il était si richement doué. De nombreux physiologistes n'avaient-ils pas sectionné le cordon cervical du grand sympathique, depuis l'époque où Pourfour du

Petit avait montré que cette opération produit un resserrement de la pupille du côté correspondant? Eh bien, aucun d'eux n'avait aperçu que cette section détermine aussi une élévation de température dans les parties innervées par le cordon coupé. M. Claude Bernard a été le premier à démêler ce phénomène si remarquable. Il nous apprenait ainsi que le système nerveux influe d'une façon puissante sur la chaleur des diverses parties de l'organisme. Du même coup il découvrait l'influence de ce système sur les vaisseaux.

» En montrant que la section du cordon cervical sympathique provoque une congestion de toutes les parties auxquelles se distribuent les fibres nerveuses de ce cordon, il a ouvert la voie. Peu de mois après, pendant qu'il arrivait de son côté à trouver le véritable mécanisme de cette congestion, M. Brown-Séquard y parvenait en Amérique et publiait le premier que les résultats de cette expérience, la congestion et l'augmentation de chaleur, sont dus à une paralysie de la tunique musculaire des vaisseaux. L'existence des nerfs vaso-moteurs était désormais hors de doute. M. Claude Bernard poursuivant, comme il l'a toujours fait, les conséquences de cette découverte, enseignait aux physiologistes et aux médecins ce qu'est le rôle physiologique dévolu à ces nerfs et l'importance de ce rôle. Le cœur, organe central de la circulation, lance le sang dans les artères, et ce sang, sans cesse poussé par de nouvelles ondées cardiaques, revient au cœur par les veines. Le mouvement du sang aurait les mêmes caractères dans tous les capillaires du corps si les vaisseaux qui le conduisent à ces capillaires étaient partout inertes, mais il n'en est pas ainsi. Grâce aux nerfs vasomoteurs, les vaisseaux munis d'une tunique musculaire peuvent se resserrer ou se paralyser : ces modifications peuvent se produire ici et non là; il peut y avoir congestion ou anémie dans un organe, pendant que la circulation ne subit aucun changement dans les autres parties. La face peut rougir ou pâlir sous l'influence des émotions, sans que le reste de l'appareil circulatoire soit notablement affecté ; la membrane muqueuse de l'estomac peut se congestionner d'une façon pour ainsi dire isolée, lors de la digestion, pour fournir aux besoins de la sécrétion du suc gastrique et revenir ensuite à l'état normal; le cerveau lui-même, dans les moments d'activité intellectuelle, peut devenir le siége d'une irrigation sanguine plus abondante, sans qu'il en résulte un trouble notable pour le reste de la circulation; il peut en être ainsi de tous les organes. Ce sont là des phénomènes dont le mécanisme n'a plus de secrets pour nous depuis les travaux de M. Claude Bernard.

» Mais ce n'est pas tout : il était réservé à M. Claude Bernard de faire encore, relativement à la physiologie des nerfs vaso-moteurs, une découverte sinon plus importante, assurément plus inattendue que celle dont je viens de dire quelques mots.

» Les nerfs vaso-moteurs qui modifient le calibre des vaisseaux, en produisant un resserrement de leur tunique contractile ou en cessant d'agir sur cette tunique, ne sont point les seuls qui exercent une influence sur ces canaux. M. Claude Bernard a trouvé qu'il existe d'autres nerfs qui, lorsqu'ils sont soumis à une excitation fonctionnelle ou expérimentale, agissent aussi sur les vaisseaux, mais y déterminent alors une dilatation. Ce sont des nerfs *vaso-dilatateurs*, comme on les a appelés, par opposition aux nerfs dont l'excitation provoque une constriction vasculaire, et que l'on a nommés *vaso-constricteurs*.

» C'est en poursuivant des recherches du plus haut intérêt sur la physiologie des glandes salivaires que M. Claude Bernard a été conduit à cette remarquable découverte. Comme M. Ludwig, et sans connaître ses travaux, M. Claude Bernard avait constaté que l'électrisation de la corde du tympan détermine une exagération de la sécrétion de la glande sous-maxillaire ; mais il reconnut, ce qui avait échappé au physiologiste de Leipzig, que cette électrisation produit en même temps une dilatation considérable des vaisseaux de la glande. Ces nerfs vaso-dilatateurs, véritables *nerfs d'arrêt*, n'ont encore été trouvés que dans un petit nombre de régions : peut-être, comme l'a pensé M. Claude Bernard, existent-ils partout et jouent-ils un rôle considérable dans l'état de santé et dans l'état de maladie.

» Les études de M. Claude Bernard sur les glandes salivaires ont été fructueuses pour la Science ; je ne signalerai ici, parmi les autres faits qu'il a découverts dans le cours de ces études, que les actions réflexes qui s'effectuent dans le ganglion sous-maxillaire séparé des centres nerveux céphalo-rachidiens. Il a donné ainsi, et pour la première fois, la démonstration de l'autonomie physiologique si contestée du système nerveux sympathique.

» Une autre glande, le pancréas, avait aussi attiré son attention au début de sa carrière. On n'avait alors que des idées fort incomplètes sur la physiologie du pancréas ; une des propriétés les plus remarquables du suc pancréatique avait échappé à peu près entièrement aux investigations des expérimentateurs : je veux parler de son action sur les matières grasses. M. Claude Bernard fit voir que, de tous les fluides qui entrent en contact avec les aliments dans le canal digestif, le suc pancréatique est celui qui

exerce l'action la plus puissante sur les matières grasses, pour les émulsionner et les mettre à même d'être absorbées.

» Dans un ordre très-différent de recherches, M. Claude Bernard, bien que précédé par de célèbres physiologistes, par Magendie, par Flourens, a été encore un véritable initiateur. Je veux parler de ses belles recherches sur les substances toxiques et médicamenteuses. C'est à lui, en effet, que nous devons les vraies méthodes à l'aide desquelles on étudie l'action physiologique de ces substances et, par les découvertes les plus brillantes, il nous a fait voir tout le parti qu'on peut tirer de ces méthodes. Par une suite d'expériences décisives, il nous montre que le curare abolit les mouvements volontaires, en paralysant les extrémités périphériques des nerfs moteurs, tout en respectant les centres nerveux, les muscles et les nerfs sensitifs. D'autre part, il nous apprend que l'oxyde de carbone tue les animaux vertébrés par asphyxie en se fixant dans les globules rouges du sang, en y prenant la place de l'oxygène et en les rendant impropres à toute absorption nouvelle de ce gaz. Enfin, pour ne parler que des faits principaux, je dois rappeler ses mémorables études sur les alcaloïdes de l'opium et sur les anesthésiques.

» J'ai cherché à mettre en saillie les découvertes les plus importantes de M. Claude Bernard; mais que d'autres travaux ne faudrait-il pas analyser pour rappeler tous les services qu'il a rendus à la Science! Je me borne à citer ses recherches sur le nerf pneumogastrique, sur le nerf spinal, sur le nerf trijumeau, sur le nerf oculo-moteur commun, sur la corde du tympan, sur le nerf facial, recherches dans le cours desquelles il imagine de nouveaux procédés d'expérimentation, tels que l'arrachement des nerfs, la section de la corde du tympan dans la caisse tympanique, procédés qui portent aujourd'hui son nom. Je ne puis malheureusement aussi que mentionner ses études sur la sensibilité récurrente et sur les conditions, si intéressantes au point de vue de la Physiologie générale, qui font varier ce phénomène. Je me contenterai encore d'énumérer ses recherches sur la pression du sang, sur les gaz du sang, sur les variations de couleur de ce fluide suivant l'état d'inertie ou d'activité fonctionnelle des organes qu'il traverse (glandes, muscles); sur les variations de la température des parties dans les mêmes conditions opposées de repos ou de fonctionnement, sur la différence de température entre le sang du ventricule droit du cœur et le sang du ventricule gauche chez les Mammifères; sur l'élimination élective, par les glandes, des substances introduites dans l'économie, ou de celles qui s'accumulent dans le sang sous l'influence de certains états morbides

(sucre diabétique, matière colorante de la bile); sur les caractères spéciaux et le rôle particulier de la salive de chaque glande salivaire; sur l'influence des centres nerveux sur la sécrétion de la salive; sur la sécrétion et l'action du suc gastrique et du suc intestinal; sur les modifications des sécrétions de l'estomac et de l'intestin, après l'ablation des reins; sur l'albuminurie produite par les lésions du système nerveux; sur la composition de l'urine du fœtus; sur les phénomènes électriques qui se manifestent dans les nerfs et les muscles; sur la comparaison des actes de la nutrition intime chez les animaux et les végétaux, etc.

» En un mot, il n'est presque aucune partie de la Physiologie dans laquelle M. Claude Bernard n'ait profondément marqué sa trace par des découvertes du plus haut intérêt.

» Aussi l'influence de M. Claude Bernard sur la Physiologie a-t-elle été immense. On peut dire, sans exagération, que, depuis près de trente années, la plupart des recherches physiologiques qui ont été publiées dans le monde savant n'ont été que des développements ou des déductions plus ou moins directes de ses propres travaux. A ce titre, il a été véritablement, dans le grand sens du mot, le maître de presque tous les physiologistes de son temps.

» Son influence sur la Médecine n'a pas été moins grande. D'innombrables travaux de Pathologie ont été inspirés par ses recherches physiologiques. Du reste, il avait encore, dans cette direction, montré lui-même le chemin. Par sa théorie du diabète, par ses recherches sur l'urémie, sur les congestions, sur l'inflammation, sur la fièvre, il indiquait comment les progrès de la Physiologie peuvent servir à ceux de la Médecine. Ses travaux ont réellement transformé sur bien des points la partie scientifique de la Médecine; son nom se trouve invoqué dans l'histoire d'un grand nombre de maladies par les théories qui ont pour but, soit d'expliquer le mode d'action des causes morbides, soit de trouver la raison physiologique des symptômes. La Thérapeutique elle-même a subi l'influence de ses travaux. Les médicaments ont été, pour la plupart, soumis à de nouvelles études, calquées sur ses propres recherches; la Thérapeutique a pu enfin s'efforcer de mériter le titre de rationnelle auquel elle n'avait aucun droit jusque-là. De tels services ne sauraient être méconnus; aussi la Médecine, qui a toujours considéré M. Claude Bernard comme un des siens, comme une de ses lumières les plus éclatantes, regarde-t-elle sa mort comme le plus grand deuil qui puisse l'affliger.

» Parlerai-je des ouvrages de M. Claude Bernard, de ses livres, où se

trouvent reproduites ses leçons du Collége de France et du Muséum d'Histoire naturelle; de son *Rapport sur les progrès de la Physiologie en France*, publié en 1867, à l'occasion de l'Exposition universelle? Que pourrais-je en dire que vous ne sachiez tous? Ces livres sont entre les mains de tous les physiologistes et de tous les médecins. Ce sont, dans leur genre, des modèles achevés. Outre les découvertes originales dont ils contiennent la relation détaillée, on y trouve, presque à chaque page, des aperçus ingénieux, des vues nouvelles, d'importantes applications. On y assiste à l'évolution des recherches du maître, depuis le premier germe jusqu'à leur complet développement, et, tout en y puisant ainsi le goût des investigations personnelles, on y apprend à travailler par soi-même.

» Enfin, après avoir parlé du savant illustre, ne dois-je pas dire un mot de l'homme? N'est-ce pas un devoir, et le plus doux des devoirs, de rappeler que ce physiologiste de génie fut en même temps le meilleur des hommes? La simplicité de ses manières, son affabilité, la sûreté de ses relations, tout attirait vers lui et le faisait aimer. Dépourvu de vanité, il savait mieux que personne rendre justice au mérite d'autrui, et il était toujours prêt à tendre la main aux jeunes savants pour les aider à gravir les degrés difficiles qui mènent aux positions officielles.

» Tels sont les titres de M. Claude Bernard à l'admiration du monde savant et à la reconnaissance du pays. La postérité le placera au nombre des grands hommes auxquels la Physiologie doit ses progrès les plus considérables, et son nom rayonnera ainsi à côté de ceux de Harvey, de Haller, de Lavoisier, de Bichat, de Charles Bell, de Flourens et de Magendie.

» Au nom de l'Académie des Sciences, cher et illustre maître, je vous dis adieu! »

DISCOURS DE M. P. GERVAIS,

AU NOM DU MUSÉUM.

« Messieurs,

» Lorsqu'un de nos collègues vient à être enlevé aux Sciences après avoir consacré sa vie à leurs progrès, une double préoccupation s'empare de notre esprit. Nous cherchons à constater dans son ensemble le résultat de ses efforts; nous nous demandons en même temps quels services on pouvait encore attendre de lui. Le pays a devancé, en ce qui concerne M. Claude Bernard, cette pieuse curiosité. Avant que sa tombe fût entr'ouverte, à la première annonce de la maladie qui menaçait de le ravir à notre

affection et à nos espérances, il en a pris spontanément l'initiative, bien persuadé que tout ce qu'il avait appris depuis longtemps à l'égard de l'illustre savant était fondé et cherchant à se préparer par un nouvel hommage rendu à tant de travaux utiles au coup fatal qui allait le frapper. La France s'est alors rappelée que ce maître de la Physiologie moderne avait plus qu'aucun autre contribué à la transformation de la branche des connaissances humaines à laquelle il avait voué sa carrière. Elle a songé aux applications utiles à l'art de guérir qui était la conséquence de ses découvertes; elle a apprécié la modestie et la loyauté de son caractère, et ce n'est pas sans émotion qu'elle a su de quelle vénération il avait toujours entouré la mémoire de Magendie, son maître dans l'art difficile de l'expérimentation et son prédécesseur dans la chaire du Collége de France qu'ils ont l'un et l'autre illustrée.

» Appelé à rendre, au nom du Muséum d'Histoire naturelle, un dernier et solennel hommage à l'homme de bien que nous conduisons à sa dernière demeure, je devrais exposer devant vous, si sa grande renommée ne m'en épargnait le soin, les principales phases de sa carrière scientifique et attirer plus spécialement votre respectueuse attention sur l'immense influence qu'il a exercée, soit sur nos connaissances relatives aux fonctions des êtres vivants, soit sur la Médecine, cet art autrefois considéré comme divin, qui cherche à nous ramener à la santé quand il n'a pas réussi à nous y maintenir. Mais que pourrais-je vous dire que vous ne sachiez déjà; et, d'ailleurs, suis-je suffisamment compétent pour vous indiquer tout ce qui appartient dans la Science actuelle à notre illustre et vénéré collègue et vous en indiquer la portée? D'autres l'ont déjà fait ou le feront mieux que je ne le pourrais moi-même, et une longue étude des œuvres de M. Claude Bernard devra être accomplie, ce qui demandera un temps considérable et une aptitude spéciale, si l'on veut caractériser d'une manière suffisamment exacte le rôle qu'il a tenu parmi ses contemporains et la part de gloire qui lui revient. Permettez-moi, cependant, de vous rappeler en quelques mots les traits caractéristiques de la carrière de notre grand physiologiste, afin de vous mettre à même d'apprécier l'étendue de la perte que la Science vient de faire en lui.

» L'école moderne, à la fondation de laquelle M. Claude Bernard a si puissamment contribué, a pris pour principal guide dans ses recherches l'expérimentation. Elle établit que les phénomènes même les plus compliqués de la vie peuvent être expliqués ou, tout au moins, singulièrement élucidés par l'emploi des procédés d'analyse qui guident les physiciens et

les chimistes dans leurs travaux relatifs aux corps inorganiques ou aux matériaux dont ceux-ci sont formés, et que les notions jusqu'à ce jour acceptées par les physiologistes doivent être soumises à ce contrôle. Ces moyens d'analyse s'appliquent aux actes vitaux les plus complexes comme aux plus simples, et l'on ne doit pas craindre, dans certains cas, de pousser jusqu'à l'empirisme cette méthode à la fois sévère et féconde en résultats.

» M. Claude Bernard, guidé par ces inspirations hardies, a successivement abordé presque tous les grands appareils physiologiques du jeu desquels résulte la vie des animaux les plus parfaits, et il est parvenu à jeter sur la plupart d'entre eux un jour nouveau. Les résultats de ses démonstrations ont eu, dans un grand nombre de cas, des applications immédiates dont la Thérapeutique a profité.

» Pour établir les conditions de la nutrition, ce célèbre professeur a mis successivement en expérience les produits des glandes salivaires, afin de constater les effets respectifs de la sécrétion de chacune de ces glandes, les glandes stomacales, qui fournissent le suc gastrique, le pancréas, enfin le foie, sécréteur de la bile.

» Ses recherches sur ce dernier organe l'ont conduit à reconnaître une fonction importante qui lui est propre, fonction qui était restée ignorée jusqu'à lui. Il a trouvé et démontré, après de longues et savantes études, que c'est dans le foie que se produit la matière sucrée appelée *glycose*, qui a une part si active dans les phénomènes de la nutrition respiratoire. Ce sujet délicat a été pendant nombre d'années l'objet de ses préoccupations; après s'en être occupé pour la première fois en 1849, il faisait encore l'an dernier, sur la glycogénie, une communication devant l'Académie des Sciences, émerveillée de l'habileté avec laquelle il avait réussi à se procurer, dans les parties les plus profondes du corps des animaux mis par lui en expérience, les quantités de sang inégalement riche en principe sucré suivant les différents points explorés, dont l'analyse devait servir de base à sa démonstration.

» On comprendra l'importance qu'il attachait à ces recherches, si l'on se rappelle que le sucre dont le sang se charge dans le foie exerce sur la santé une influence considérable, suivant qu'il est employé dans les actes de la nutrition, comme agent de respiration, ou que, les produits auxquels il devrait donner lieu ne se formant que d'une manière incomplète, son excédant est, au contraire, rejeté par une autre voie, mais en conservant alors sa nature chimique, au lieu de servir aux phénomènes vitaux.

» Qui pourrait, après de pareils résultats, contester l'utilité des vivisec-

tions et de l'étude expérimentale des animaux, et dénier à la Science, comme on a essayé de le faire, le droit de poursuivre de semblables recherches? Faudra-t-il alléguer en leur faveur les indications qu'elles fournissent aussi à la Médecine vétérinaire, laquelle protége surtout nos intérêts agricoles? Non, car, devant cette tombe, il suffira d'invoquer les seuls intérêts de l'humanité.

» C'est également en se laissant guider par la méthode expérimentale, et par elle seulement, que M. Claude Bernard a abordé les autres points de la Physiologie dont la nature de son enseignement lui recommandait la démonstration, par exemple : l'examen du rôle dévolu au système nerveux de la vie animale et à celui de la vie organique; l'intervention respective de ces deux systèmes dans les propriétés des éléments histologiques; la participation du second aux phénomènes vaso-moteurs; celle qu'il a dans les sécrétions; la nature des liquides de l'organisme et leur usage; enfin, l'action des poisons sur l'économie et les conclusions que l'on peut tirer des expériences faites à l'aide des substances toxiques, relativement au mode d'action des différents tissus ou à l'emploi de ces substances dans certaines maladies.

» M. Claude Bernard ne s'est adjoint qu'un petit nombre de collaborateurs, parmi lesquels on doit citer de préférence deux chimistes d'une valeur considérable, Pelouze et Barreswil.

» Tous ses travaux, et nous n'avons pu énumérer que les principaux, témoignent d'une grande rectitude de jugement; on reconnaît au premier abord avec quel soin ils ont été conduits. Il a lui-même formulé le principe qui lui a servi de guide. Ce principe, auquel il donne le nom de *déterminisme*, avait déjà été entrevu par Leibnitz. On doit y voir l'expression des causes multiples qui interviennent dans la production des actes propres aux êtres organisés et celle de la subordination de ces actes les uns par rapport aux autres.

» Après avoir professé pendant longtemps au Collége de France et à la Faculté des Sciences, M. Claude Bernard quitta le second de ces établissements pour entrer au Muséum, où il vint occuper la chaire de Physiologie, chaire, fondée pour Frédéric Cuvier, que la mort de M. Flourens venait de rendre une seconde fois vacante. Placé ainsi en face de nouveaux problèmes biologiques, il ne s'effraya pas des difficultés qu'ils lui présentaient, et, habitué qu'il était aux luttes de la Science, il ne craignit pas de les aborder par leurs côtés les plus difficiles. Il eut recours à son procédé ordinaire, l'expérimentation, mais en lui associant dès lors l'examen des

animaux et des végétaux, envisagés en tant qu'êtres organisés, et il reconnut, avec les naturalistes, que la série des êtres vivants, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués, est une sorte d'expérience toute faite, capable de confirmer celles auxquelles les moyens qu'il avait employés jusqu'alors peuvent conduire ou, dans certains cas, d'autoriser à les contredire. Il s'occupa donc des classes les moins parfaites de l'un et de l'autre règne, au lieu de s'en tenir aux animaux supérieurs, comme il avait dû le faire jusqu'alors. L'homme avait été, dans la première partie de sa carrière scientifique, le but principal de ses efforts; ainsi préparé, il voulait faire pour l'Histoire naturelle ce qu'il avait fait au Collége de France pour la Physiologie humaine et la Médecine, et il conçut le plan d'un ouvrage nouveau, auquel il donna pour titre : *Muséum d'Histoire naturelle, Cours de Physiologie générale.*

» Le premier volume de cet ouvrage était en voie d'impression lorsque M. Claude Bernard est tombé malade; mais l'auteur en avait déjà corrigé les premières feuilles. Espérons que cette importante publication verra également le jour, et qu'ainsi se trouvera complétée l'œuvre du grand physiologiste : les progrès de la Science et la gloire de notre pays y sont également intéressés. Quant aux doctrines mêmes et aux ingénieuses expériences qui ont illustré le nom de notre regretté confrère, elles ont déjà fait leurs preuves, soit en France, soit dans les Universités étrangères, et ses travaux sont devenus classiques à tous les degrés de l'enseignement des Sciences naturelles. Les disciples de M. Claude Bernard, dont plusieurs étaient devenus ses collègues, marcheront avec la même sûreté que lui dans la voie du progrès; ils achèveront la rénovation de la branche importante des sciences dont il était, il y a quelques jours à peine, l'un des plus puissants réformateurs et l'un des plus autorisés représentants. C'est ainsi qu'ils continueront à constater les grandes lois qui président aux fonctions des êtres organisés, et la Physiologie, qui a rendu depuis Galien, Harvey et Haller tant de services à la Philosophie ainsi qu'à la Médecine, parviendra à expliquer les actes en apparence inexplicables dont l'organisme est le siége; en même temps elle éclairera d'un jour nouveau les phénomènes de la nature et elle nous aidera à comprendre enfin ce qu'ils ont de plus mystérieux : la vie. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M. G.-B. Airy), et à l'Observatoire de Paris, pendant le quatrième trimestre de l'année* 1877; communiquées par M. **Yvon Villarceau**.

Dates 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(134) Sophrosyne.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 1	10 22 41	23 5 39,32	−77,83	92 29 58,1	+832,7	Paris.
			(90) Antiope.			
Oct. 1	10 26 15	23 9 13,45		99 6 53,7		Paris.
			(108) Hécube.			
Oct. 1	10 39 24	23 22 25,07	− 7,34	93 43 17,9	+ 63,4	Paris.
			(4) Vesta.			
Oct. 15	9 59 26	23 28 11,37	+ 0,78	105 18 32,2	− 4,2	Greenwich.
18	9 46 16	23 26 49,07	+ 0,82	105 18 1,7	− 6,4	Greenwich.
			(7) Iris (¹).			
Oct. 23	13 47 2	3 47 57,11	+ 5,29	63 30 39,9	− 7,0	Greenwich.
Nov. 13	12 9 28	3 32 55,44	+ 5,87	65 33 39,0	− 10,2	Greenwich.
16	11 55 1	3 30 15,22	+ 5,73	65 57 33,2	− 10,7	Greenwich.
20	11 35 47	3 26 44,85	+ 5,67	66 30 44,9	− 11,0	Greenwich.
22	11 26 14	3 25 2,94	+ 5,63	66 47 42,9	− 10,7	Greenwich.
28	10 48 38	3 20 21,11	+ 5,59	67 38 47,3	− 13,0	Paris.
Déc. 6	10 21 36	3 15 26,40	+ 5,26	68 44 9,6	− 11,5	Greenwich.
10	10 4 11	3 13 44,88	+ 4,97	69 13 58,2	− 11,6	Greenwich.
14	9 47 21	3 12 38,01	+ 4,85	69 41 11,5	− 10,2	Greenwich.
			(124) Alceste.			
Nov. 10	11 49 12	3 0 46,10	− 1,21	75 51 19,3	+ 9,2	Greenwich.
28	10 14 2	2 45 38,87		77 5 20,2		Paris.

(¹) Comparaison avec la circulaire n° 79 du *Berliner Jahrbuch*.

Dates 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
		(18) Melpomène.				
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 20	12 57 59	4 49 9,94	+ 7,70	88 1 11,1	— 5,3	Greenwich.
27	12 23 34	4 42 15,51	+ 7,67	88 11 35,4	— 6,0	Greenwich.
Déc. 6	11 39 9	4 33 11,59	+ 7,56	88 2 58,0	— 5,5	Greenwich.
7	11 34 15	4 32 13,51	+ 7,61	88 0 24,9	— 8,4	Greenwich.
12	11 10 0	4 27 36,94	+ 7,28	87 43 30,2	— 5,0	Greenwich.
13	11 5 12	4 26 45,22	+ 7,31	87 39 14,8	— 5,4	Greenwich.
14	11 0 26	4 25 54,71	+ 7,21	87 34 44,3	— 4,5	Greenwich.
17	10 46 16	4 23 32,12	+ 7,06	87 19 36,6	— 4,1	Greenwich.
20	10 23 2	4 21 24,10		87 1 18,9		Paris.
24	10 4 41	4 18 46,93		86 33 34,3		Paris.
		(62) Érato.				
Nov. 28	10 32 22	3 4 2,54	— 5,05	76 4 32,4	— 36,6	Paris.
		(31) Euphrosyne.				
Déc. 6	13 5 21	5 59 38,43	— 7,55	32 17 21,7	+ 13,8	Greenwich.
12	12 32 54	5 50 44,59	— 8,06	32 19 14,8	+ 6,2	Greenwich.
17	12 5 12	5 42 41,74	— 7,76	30 42 26,8	+ 14,7	Greenwich.
20	11 39 10	5 37 45,46	— 7,21	30 25 37,1	+ 17,5	Paris.
24	11 16 52	5 31 9,62	— 7,39	30 19 19,2	+ 19,9	Paris.
		(96) Églé (¹).				
Déc. 24	10 22 54	4 37 2,92		46 41 14,9		Paris.
		(101) Hélène (¹).				
Déc. 24	11 0 49	5 15 4,74	+12,71	51 27 28,6	+ 79,3	Paris.
		(37) Fidès.				
Déc. 24	11 57 52	6 12 16,81	—11,77	60 59 32,3	+ 1,4	Paris.
		(110) Lydie (¹).				
Déc. 24	12 0 55	6 15 19,88	— 4,66	61 7 8,4	— 45,4	Paris.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud, Folain et Leveau.

» Toutes les comparaisons, à l'exception de celles concernant Iris, se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. »

(¹) Il n'a pas été possible de s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. HERMITE.

« XXI. Après l'erpoloïde, je considère encore la courbe sphérique décrite par un point déterminé du corps pendant la rotation, et dont les équations sont

$$x = a\xi + b\eta + c\zeta,$$
$$y = a'\xi + b'\eta + c'\zeta,$$
$$z = a''\xi + b''\eta + c''\zeta.$$

Je remarquerai tout d'abord que les éléments géométriques, qui conservent la même valeur quand on passe d'un système de coordonnées rectangulaires à un autre quelconque, seront des fonctions doublement périodiques du temps. Si l'on pose, en effet,

$$D_t^n x = a\xi_n + b\eta_n + c\zeta_n,$$
$$D_t^n y = a'\xi_n + b'\eta_n + c'\zeta_n,$$
$$D_t^n z = a''\xi_n + b''\eta_n + c''\zeta_n,$$

les équations de Poisson donnent facilement

$$\xi_{n+1} = D_t\xi_n + q\zeta_n - r\eta_n,$$
$$\eta_{n+1} = D_t\eta_n + r\xi_n - p\zeta_n,$$
$$\zeta_{n+1} = D_t\zeta_n + p\eta_n - q\xi_n,$$

et ces relations permettent d'exprimer de proche en proche, pour toute valeur de n, les quantités ξ_n, η_n, ζ_n par des fonctions rationnelles et entières de a'', b'', c''. On trouvera, en particulier,

$$\xi_1 = b'\beta\zeta - c''\gamma\eta, \quad \eta_1 = c''\gamma\xi - a''\alpha\zeta, \quad \zeta_1 = a''\alpha\eta - b''\beta\xi,$$

et, en désignant par s l'arc de la courbe, nous aurons la formule

$$(D_t s)^2 = \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2.$$

On obtient ensuite, pour le rayon de courbure R et le rayon de torsion R_1, les expressions suivantes :

$$R^2 = \frac{(\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2)^3}{u^2 + v^2 + w^2}, \quad R_1 = \frac{u^2 + v^2 + w^2}{\Delta},$$

où j'ai fait, pour abréger,

$$u = \eta_1\zeta_2 - \zeta_1\eta_2, \quad v = \zeta_1\xi_2 - \zeta_2\xi_1, \quad w = \xi_1\eta_2 - \xi_2\eta_1$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 \\ \zeta_1 & \zeta_2 & \zeta_3 \end{vmatrix}.$$

C'est à l'élément de l'arc que je m'arrêterai un moment, afin de tirer quelques conséquences de la forme analytique remarquable que présente la quantité $\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2$. Nous avons, en effet, la relation

$$\xi\xi_1 + \eta\eta_1 + \zeta\zeta_1 = 0,$$

qui donne facilement

$$(\xi^2 + \zeta^2)(D_t s)^2 = (\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)\eta_1^2 + (\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1)^2,$$

et, par suite, cette décomposition en facteurs imaginaires conjugués, où j'écris, pour abréger, $\rho^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$,

$$(\xi^2 + \zeta^2)(D_t s)^2 = (\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 + i\rho\eta_1)(\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 - i\rho\eta_1).$$

Or les valeurs de a'', b'', c'', à savoir :

$$a'' = -\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}}\operatorname{cn} u, \quad b'' = \sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}\operatorname{sn} u, \quad c'' = \sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}\operatorname{dn} u,$$

conduisent à l'expression suivante :

$$\begin{aligned}\zeta\xi_1 - \xi\zeta_1 + i\rho\eta_1 = {} & \alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}}(\xi\eta + i\rho\zeta)\operatorname{cn} u \\ & + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2 + \zeta^2)\operatorname{sn} u \\ & - \gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta - i\rho\xi)\operatorname{dn} u,\end{aligned}$$

et nous allons facilement en déduire les valeurs particulières des coordonnées ξ, η, ζ, pour lesquelles l'arc de la courbe sphérique, au lieu de dépendre d'une transcendante compliquée, s'obtient sous forme finie explicite. Je me fonderai, à cet effet, sur cette remarque que le produit des deux fonctions linéaires

$$\Pi(u) = (A\operatorname{cn} u + B\operatorname{sn} u + C\operatorname{dn} u)(A'\operatorname{cn} u + B'\operatorname{sn} u + C'\operatorname{dn} u)$$

devient le carré d'une fonction uniforme si l'on a

$$A^2k'^2 + B^2 - C^2k'^2 = 0, \quad A'^2k'^2 + B'^2 - C'^2k'^2 = 0.$$

A cet effet, j'observe que les formules

$$\operatorname{sn} 2u = \frac{2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

$$\operatorname{cn} 2u = \frac{1 - 2 \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

$$\operatorname{dn} 2u = \frac{1 - 2k^2 \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u}$$

permettent d'écrire

$$\begin{aligned} &\mathrm{A} \operatorname{cn} 2u + \mathrm{B} \operatorname{sn} 2u + \mathrm{C} \operatorname{dn} 2u \\ &= \frac{\mathrm{A} + \mathrm{C} - 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) \operatorname{sn}^2 u + (\mathrm{A} + \mathrm{C}) k^2 \operatorname{sn}^4 u + 2\mathrm{B} \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u}. \end{aligned}$$

Cela étant, soit, en désignant par g et h deux constantes,

$$\begin{aligned} &\mathrm{A} + \mathrm{C} - 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) \operatorname{sn}^2 u + (\mathrm{A} + \mathrm{C}) k^2 \operatorname{sn}^4 u \\ &\qquad + 2\mathrm{B} \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u = (g \operatorname{sn} u + h \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)^2, \end{aligned}$$

on verra que les quatre équations résultant de l'identification se réduisent aux trois suivantes :

$$\mathrm{A} + \mathrm{C} = h^2, \quad 2(\mathrm{A} + \mathrm{C}k^2) = h^2(1 + k^2) - g^2, \quad \mathrm{B} = gh;$$

or l'élimination de g et h conduit immédiatement à la condition

$$\mathrm{A}k'^2 + \mathrm{B}^2 - \mathrm{C}^2 k'^2 = 0.$$

Soit de même ensuite

$$\mathrm{A}' \operatorname{cn} 2u + \mathrm{B}' \operatorname{sn} 2u + \mathrm{C}' \operatorname{dn} 2u = \frac{(g' \operatorname{sn} u + h' \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)^2}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

sous la condition semblable

$$\mathrm{A}' k'^2 + \mathrm{B}'^2 - \mathrm{C}'^2 k'^2 = 0;$$

nous en conclurons, pour $\sqrt{\Pi(2u)}$, l'expression suivante :

$$\sqrt{\Pi(2u)} = \frac{(g \operatorname{sn} u + h \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)(g' \operatorname{sn} u + h' \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u},$$

ou, en développant,

$$\sqrt{\Pi(2u)} = \frac{gg' \operatorname{sn}^2 u + hh'[1 - (1 + k^2) \operatorname{sn}^2 u + k^2 \operatorname{sn}^4 u] + (gh' + hg') \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^4 u};$$

on en déduit ensuite facilement, si l'on change u en $\frac{u}{2}$,

$$2\sqrt{\Pi(u)} = \frac{1}{k'^2} gg'(\operatorname{dn} u - \operatorname{cn} u) + (gh' + hg') \operatorname{sn} u + hh'(\operatorname{dn} u + \operatorname{cn} u).$$

Voici maintenant l'application de la remarque que nous venons d'établir.

» XXII. Revenant à l'expression précédemment donnée des facteurs de $(D_t s)^2$, je pose

$$A = \alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi\eta + i\rho\zeta),\quad B = \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2+\zeta^2),\quad C = -\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta + i\rho\xi),$$

$$A' = \alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi\eta - i\rho\zeta),\quad B' = \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}(\xi^2+\zeta^2),\quad C' = -\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}(\eta\zeta - i\rho\xi),$$

et j'observe que, au moyen de la valeur $k'^2 = \frac{(\alpha-\gamma)(\beta-\delta)}{(\beta-\gamma)(\alpha-\delta)}$, nos conditions se présentent sous la forme suivante :

$$\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}(\xi\eta + i\rho\zeta)^2 + \frac{\beta^2}{\beta-\delta}(\xi^2+\zeta^2)^2 + \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}(\eta\zeta - i\rho\xi)^2 = 0,$$
$$\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}(\xi\eta - i\rho\zeta)^2 + \frac{\beta^2}{\beta-\delta}(\xi^2+\zeta^2)^2 + \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}(\eta\zeta + i\rho\xi)^2 = 0.$$

Elles donnent immédiatement $\xi\eta\zeta = 0$; et nous poserons en conséquence

1° $\quad \xi = 0,\quad \left(\frac{\gamma^2}{\gamma-\delta} - \frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}\right)\eta^2 + \left(\frac{\beta^2}{\beta-\delta} - \frac{\alpha^2}{\alpha-\delta}\right)\zeta^2 = 0,$

2° $\quad \eta = 0,\quad \left(\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta} - \frac{\beta^2}{\beta-\delta}\right)\zeta^2 + \left(\frac{\gamma^2}{\gamma-\delta} - \frac{\beta^2}{\beta-\delta}\right)\xi^2 = 0,$

3° $\quad \zeta = 0,\quad \left(\frac{\beta^2}{\beta-\delta} - \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}\right)\xi^2 + \left(\frac{\alpha^2}{\alpha-\delta} - \frac{\gamma^2}{\gamma-\delta}\right)\eta^2 = 0.$

» Soit, pour abréger,

$$\mathrm{a} = (\alpha-\delta)(\gamma-\beta)(\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta),$$
$$\mathrm{b} = (\beta-\delta)(\alpha-\gamma)(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma),$$
$$\mathrm{c} = (\gamma-\delta)(\beta-\alpha)(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha) :$$

au moyen de ces quantités, qu'on verra facilement vérifier les relations

$$\mathrm{a} + \mathrm{b} + \mathrm{c} = 0,\quad \frac{\mathrm{a}\alpha^2}{\alpha-\delta} + \frac{\mathrm{b}\beta^2}{\beta-\delta} + \frac{\mathrm{c}\gamma^2}{\gamma-\delta} = 0,$$

nous obtenons les trois systèmes de valeurs

1° $\quad \xi = 0,\quad \eta^2 = \mathrm{c},\quad \zeta^2 = \mathrm{b},$

2° $\quad \eta = 0,\quad \zeta^2 = \mathrm{a},\quad \xi^2 = \mathrm{c},$

3° $\quad \zeta = 0,\quad \xi^2 = \mathrm{b},\quad \eta^2 = \mathrm{a}.$

Maintenant je vais démontrer que, de ces diverses solutions, la première est seule réelle et répond à la question proposée.

» Pour cela, je rappelle que les constantes α, β, γ, δ satisfont aux conditions

I. $$\alpha < \beta < \delta < \gamma,$$

ou à celles-ci

II. $$\alpha > \beta > \delta > \gamma,$$

et j'observe qu'on aura, dans les deux cas,

$$(\alpha - \delta)(\gamma - \beta) < 0, \quad (\beta - \delta)(\alpha - \gamma) > 0, \quad (\gamma - \delta)(\beta - \alpha) > 0.$$

J'ajoute à ces résultats les suivants :

$$\gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta > 0, \quad \alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma > 0, \quad \beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha > 0,$$

qui donneront, comme on voit,

$$a < 0, \quad b > 0, \quad c > 0.$$

On peut écrire, en effet,

$$\begin{aligned} \gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta &= \beta\delta + (\delta - \beta)\gamma, \\ \alpha\delta + \gamma\delta - \gamma\alpha &= \alpha\delta + (\delta - \alpha)\gamma, \\ \beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha &= \alpha\delta + (\delta - \alpha)\beta, \end{aligned}$$

et, dans le premier système de conditions, on voit ainsi que les premiers membres sont tous positifs. Nous ferons ensuite, en passant au second système,

$$\begin{aligned} \gamma\delta + \beta\delta - \gamma\beta &= \gamma\delta + (\delta - \gamma)\beta, \\ \alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma &= \gamma\delta + (\delta - \gamma)\alpha; \end{aligned}$$

mais ces transformations faciles ne suffisent plus, à l'égard de la troisième quantité $\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha$, pour reconnaître qu'elle est toujours positive comme les autres. Il est nécessaire, en effet, d'introduire une condition nouvelle, $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} > \frac{1}{\gamma}$, ayant son origine dans la définition des quantités $\frac{1}{\alpha}$, $\frac{1}{\beta}$, $\frac{1}{\gamma}$, qui sont proportionnelles aux moments principaux d'inertie. Nous écrirons, dans ce cas,

$$\beta\delta + \alpha\delta - \alpha\beta = \frac{1}{\alpha\beta\delta}\left[\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} - \frac{1}{\gamma}\right) + \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{\delta}\right)\right],$$

et le dernier résultat qui nous restait à établir se trouve démontré. Les valeurs réelles ainsi obtenues pour les coordonnées ξ, η, ζ, à savoir $\xi = 0$, $\eta = \sqrt{b}$, $\zeta = \sqrt{c}$, donnent, en prenant les radicaux avec le double signe, quatre points qui décrivent des courbes rectifiables, ou plutôt deux droites remarquables :

$\xi = 0$, $\eta = \pm\sqrt{\frac{b}{c}}\zeta$, dont tous les points décrivent pendant la rotation du corps de telles courbes. Pour former l'expression de l'arc s, observons que, d'après l'égalité $a + b + c = 0$, on peut écrire $i\rho = \sqrt{a}$, ce qui donne les valeurs suivantes :

$$A = \zeta\alpha\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}a}, \quad B = \zeta\beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}b}, \quad C = \zeta\gamma\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}c}.$$

On a ensuite

$$A' = -A, \quad B' = B, \quad C' = C,$$

de sorte qu'on peut écrire

$$\begin{aligned}(A\,\mathrm{cn}\,u + B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)(A'\,\mathrm{cn}\,u + B'\,\mathrm{sn}\,u + C'\,\mathrm{dn}\,u)\\ = (B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - A^2\,\mathrm{cn}^2 u.\end{aligned}$$

La condition $A^2k'^2 + B^2 - C^2k'^2 = 0$ conduit enfin à cette nouvelle transformation

$$\begin{aligned}(B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - A^2\,\mathrm{cn}^2 u &= (B\,\mathrm{sn}\,u + C\,\mathrm{dn}\,u)^2 - \frac{C^2k'^2 - B^2}{k'^2}(\mathrm{dn}^2 u - k'^2\,\mathrm{sn}^2 u)\\ &= \left(Ck'\,\mathrm{sn}\,u + \frac{B}{k'}\,\mathrm{dn}\,u\right)^2,\end{aligned}$$

et il vient, en définitive, après quelques réductions, pour l'expression de l'arc de la courbe sphérique,

$$s = \gamma\sqrt{\frac{\beta-\delta}{\beta-\gamma}(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha)}\int k\,\mathrm{sn}\,u\,du + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}\int \mathrm{dn}\,u\,du,$$

puis, en effectuant les intégrations,

$$\begin{aligned}s = \gamma\sqrt{\frac{\beta-\delta}{\beta-\gamma}(\beta\delta + \alpha\delta - \beta\alpha)}\log(\mathrm{dn}\,u - k\,\mathrm{cn}\,u)\\ + \beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}\,\mathrm{am}\,u.\end{aligned}$$

Il en résulte que, u devenant $u + 4K$, l'arc s'accroît de la quantité constante, $2\pi\beta\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}(\alpha\delta + \gamma\delta - \alpha\gamma)}$. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les cassures qui traversent l'écorce terrestre, particulièrement celles qui sont connues sous les noms de* joints *et de* failles (¹). Note de M. **Daubrée** (troisième Partie).

« Comme déductions relatives à la formation des failles, qu'on peut tirer des expériences de torsion faites sur des plaques, j'ajouterai les observations suivantes :

» 1° Dans le réseau de fissures qui traverse les plaques de glace, il en est qui se poursuivent, avec continuité, sur toute la largeur de la plaque; il est d'autres fissures, au contraire, qui, en coupant chacune des premières, subissent une déviation à leur rencontre; de telle sorte que, au lieu de consister en une fracture unique, elles présentent une série d'éléments non continus, mais parallèles, coupant les bandes comprises dans le premier système de fissures et constituant, avec les éléments de celles-ci, l'apparence de gradins ou escaliers : cette série de déviations doit faire supposer que les cassures interrompues ont succédé aux cassures continues, quoique les deux systèmes aient dû se produire dans un temps très-court.

» Or des dispositions identiques sont très-fréquentes dans la nature; dans les failles et dans les filons métallifères, on rencontre à chaque instant des fractures, dont on a comparé la disposition à des échelons, gradins, bayonnettes ou *chevrons* (²). Contrairement à ce qu'on a quelquefois supposé comme général, c'est la fracture la plus récente qui a éprouvé une déviation causée par la plus ancienne.

» 2° Les dénivellations réellement causées par les fractures de l'écorce terrestre sont, comme on le sait, très-fréquentes; c'est ce caractère qui paraît avoir valu aux failles leur nom (*fall*, chute). Certains géologues ont supposé que ces rejets se sont produits postérieurement à l'ouverture des failles et par une cause indépendante de l'origine même de la faille. Les différentes pièces ou voussoirs dans lesquels les roches étaient découpées auraient cédé à l'action de la pesanteur qui tendait à les faire descendre, sur les plans inclinés qui les avoisinent, conformément à la règle

---

(¹) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXVI, p. 77 et 283.

(²) Des ressauts de même apparence sont connus depuis longtemps dans les filons métallifères du Derbyshire, où ils sont manifestement dus à l'inégale résistance des couches de natures diverses, calcaires, schistes, trapps, à travers lesquels la faille s'est primitivement ouverte.

dite de Schmidt. Toutefois, les exceptions à cette règle sont très-nombreuses, même lorsqu'il s'agit de forts rejets : les failles dites inverses abondent, comme on le voit, dans le bassin houiller de la Grand'Combe.

» Ce qui montre clairement que le mouvement n'a pas toujours été déterminé par l'action de la pesanteur, c'est que les surfaces polies et striées des parois montrent fréquemment des stries de frottement qui s'écartent beaucoup de la ligne de plus grande pente, et qui, souvent même, sont à peu près horizontales. Ce caractère, que l'on rencontre souvent dans les Vosges, dans les Alpes et ailleurs, se retrouve également dans les *miroirs* de filons [1].

» Il n'est pas douteux que le poids de ces pièces isolées n'ait dû avoir une grande part dans leur mouvement relatif; mais il y a à tenir compte aussi de forces, qui sont indépendantes de la pesanteur, et qui se rattachent à l'ouverture même des failles. Les mêmes forces qui, après avoir déformé les massifs de roches, y ont produit des glissements moléculaires et des surfaces de fractures, telles que les failles, ont pu continuer à agir encore, postérieurement à ces premières ruptures, et déterminer des dénivellations, puis de nouvelles plicatures. Ces poussées latérales, auxquelles se rattache l'ouverture de certaines failles, l'auront emporté parfois sur l'action de la pesanteur, particulièrement quand les failles sont peu inclinées par rapport à l'horizon. C'est ainsi qu'on peut se rendre compte de superpositions qu'on a qualifiées d'anormales et qui sont cependant très-fréquentes. Tel est le recouvrement du terrain crétacé par les roches granitiques, entre Meissen et Zittau, en Saxe, sur une longueur de plus de 120 kilomètres. Telle est aussi la superposition du calcaire carbonifère et des couches dévoniennes sur le terrain houiller proprement dit, superposition qui a été récemment reconnue dans le nord de la France et aux environs de Mons : il en résulte ce fait important et inattendu, que des puits arrivent au terrain houiller après avoir traversé des terrains plus anciens, dont la présence avait ôté tout espoir de réussite.

» 3° On a vu qu'il suffit d'une faible déformation pour produire de nombreuses fissures : on ne peut dès lors être surpris de trouver des failles, en dehors des pays montagneux, ou fortement disloqués, dans des régions de collines ou de plaines, telles que certaines parties de la Nièvre, le Sancerrois, le nord de la France et le sud-ouest de l'Angleterre, où ces

---

(1) Exemple : à Chemnitz, le filon Colloredo (Zeiller et Henry, *Annales des Mines*, 7e série, t. III, p. 144).

failles se lient aux ploiements généraux que les couches ont subis dans ces mêmes régions. Malgré l'horizontalité que l'on croit y reconnaître, si on les considère sur des points isolés, les couches de ces divers pays ont subi un gauchissement suffisant pour expliquer l'origine des failles ou cassures qui les traversent.

» 4° Plus on étudie, sur des cartes exactes, le dessin général des vallées et le relief du sol, mieux on y reconnaît, de toutes parts, de nombreux traits rectilignes ou brisés, souvent aussi des angles très-ouverts. C'est un caractère sur lequel l'un de nos plus savants topographes, M. le colonel du génie Goulier, a appelé l'attention. De tels exemples abondent, même dans des pays aussi peu accidentés que le nord de la France ; les environs de Fontainebleau, les vallées de la Canche, de l'Authie, de la Somme et bien d'autres régions en présentent des exemples.

» Les cassures naturelles qui ont formé les premiers linéaments ou l'esquisse des vallées et d'autres caractères du relief du sol présentent, dans leur disposition, des analogies avec les réseaux de fentes qui résultent de nos expériences. Il ne paraît pas d'ailleurs nécessaire que ces cassures aient été accompagnées de rejets et qu'elles méritent le nom de *failles*, pour avoir provoqué les démolitions et érosions auxquelles sont dues les vallées.

» *Observations.* — D'après ce qui précède, une ressemblance manifeste rapproche de nombreuses cassures, de divers ordres de grandeurs, qui traversent l'écorce terrestre et les cassures produites sur des plaques minces par une torsion. Dans les unes et dans les autres, on remarque un grand nombre de fentes rectilignes, groupées parallèlement entre elles ; de part et d'autre, ces séries de fentes parallèles se groupent en deux ou plusieurs systèmes, orientés suivant des directions différentes, de manière à constituer des réseaux. Cette ressemblance dans les effets peut faire supposer une certaine analogie dans les causes.

» Un rapprochement est d'autant plus autorisé que l'on arrive à reconnaître directement que des effets de torsion ont pu et même ont dû se produire dans l'écorce terrestre.

» Lamé, dans le Chapitre où il a appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'écorce terrestre, conclut que cette enveloppe, sous la simple action de fortes pressions intérieures, de la pesanteur et des pressions extérieures, peut avoir subi des torsions. A part ces considérations mathématiques, les déformations sans nombre qu'a subies l'écorce terrestre, pendant de très-longues périodes, conduisent à admettre qu'il a pu s'opérer des torsions dans beaucoup de ses parties. Les pressions latérales ou

horizontales d'une extrême énergie, dont on constate de toutes parts les preuves manifestes, n'ont pu sans doute, à moins de circonstances exceptionnelles, s'exercer avec une symétrie telle, que les forces contraires qui étaient en présence n'aient pas causé de torsions.

» Cette conclusion sur la possibilité de torsions fréquentes ressort d'une manière plus précise de l'examen des inflexions diverses et des formes tourmentées que l'on a constatées dans plusieurs bassins houillers du centre de la France, où les allures des couches ont été exactement reconnues par les travaux d'exploitation : par exemple, dans les bassins de Saint-Etienne, aux environs de la Ricamarie, où, en quelques points, les ploiements ont fait disparaître le parallélisme des couches; ceux du Creusot, du Monceau et de Montchanin (Saône-et-Loire), ceux de Commentry et de Bezenet (Allier), de Saint-Éloi (Puy-de-Dôme), de Decazeville (Aveyron) et bien d'autres, tels que celui du Pas-de-Calais, montrent des couches comprises entre des surfaces gauches et sinueuses, souvent très-irrégulières, et des couches de houille, dites en *chapelet;* les renflements de ces couches, séparés les uns des autres par des étranglements ou *serrées*, paraissent déceler les effets d'une torsion.

» De toutes parts, même dans les régions où les couches semblent planes, comme le nord de la France, il s'est opéré des gauchissements. Des torsions ont pu se produire dans ces déformations diverses, quelque faibles qu'elles paraissent, et lors même qu'elles auraient été causées par de simples tassements ou porte-à-faux, opérés sous l'action de la pesanteur. Dans ce dernier cas, bien plus que dans celui de dislocations violentes et d'énergiques poussées latérales, le rejet des failles a dû se faire dans le sens de l'action de la pesanteur.

» D'ailleurs, sans qu'il y ait à recourir à des suppositions, il est de très-nombreuses failles qui ont conservé l'empreinte d'une torsion, non-seulement dans leurs formes gauches, mais aussi dans les rejets contraires qu'elles ont produits. On y voit, en effet, le rejet y varier d'amplitude, pour une même paroi de la faille, lorsqu'on en suit le parcours en direction, et il n'est pas rare que l'une des deux parois ait subi, ici, une élévation relative, là, un abaissement. Ces failles à rejets contraires, positif et négatif, ont un point intermédiaire ou nœud, où le rejet est nul; aussi les mineurs de certaines localités les désignent-ils sous le nom de *failles à charnières*.

» En résumé, parmi les actions mécaniques de nature très-variée et les écrasements latéraux que l'écorce terrestre a subis de toutes parts,

l'expérience nous amène à considérer la torsion comme l'une des causes possibles, pour certains cas, d'un mode de fracture qui est très-répandu, notamment dans les joints et dans les failles. C'est une donnée que l'expérimentation apporte à la solution du problème général.

» Dans les conjectures qui ont été faites sur l'origine des failles, on a supposé, comme l'a fait Naumann (¹), qu'elles avaient été élaborées par des actions de très-longue durée. C'est une illusion comparable à celle qui, il n'y a guère plus de vingt ans, faisait croire et dire, dans un ouvrage de Géologie des plus répandus, que si l'acide silicique, au lieu de rester à l'état amorphe, comme dans les laboratoires, a pris l'état de quartz, ce ne pouvait être qu'avec le concours d'un temps extrêmement long. Or on sait aujourd'hui qu'il n'en est rien, et qu'il suffit de quelques heures pour obtenir des cristaux de quartz, qui, il est vrai, sont de petites dimensions. De même, il ressort des expériences dont il vient d'être rendu compte un fait général, savoir que des déformations lentes et des efforts graduels, lorsqu'ils ont suffisamment dépassé la limite d'élasticité des roches sur lesquelles ils s'exercent, peuvent aboutir à des systèmes de fractures produites brusquement, et présentant, avec un caractère de parallélisme évident, d'autres ressemblances avec des cassures naturelles, très-fréquentes dans l'écorce terrestre. Un mouvement brusque explique facilement certains phénomènes, tels que les miroirs de frottement, qui ne se conçoivent pas avec des actions lentes, dont l'importance se manifeste d'ailleurs de toutes parts, dans l'histoire physique du globe. »

CHIRURGIE. — *Résection tibio-calcanéenne.* Note de M. C. SÉDILLOT.

« J'ai communiqué à l'Académie, en 1855 (¹), une modification à la résection tibio-calcanéenne du professeur Pirogoff (²). Cet habile chirurgien divisait le calcanéum par un trait de scie vertical, en arrière de l'astragale, et rapprochait, par un mouvement de bas en haut et d'arrière en

(¹) NAUMANN, *Lehrbuch der Geognesie*, t. III, p. 510.

(²) C. SÉDILLOT, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, août 1855. — *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, avec 8 planches, p. 606, etc. Paris, 1855. — *Contributions à la Chirurgie*, t. II, p. 188. Paris, 1868. — *Médecine opératoire*, 4ᵉ édition, t. I, p. 461. Paris, 1870.

(³) PIROGOFF, *Klinische Chirurgie. — Eine Sammlung von Monographien über die wrichtigsten Gegensteinde der praktische Chirurgie.* Leipzig, 1854.

avant, la face de l'os réséqué des extrémités du tibia et du péroné. Cette ingénieuse opération conservait à la jambe plus de longueur que les amputations sous-astragalienne et tibio-tarsienne, et l'auteur l'avait décrite sous le nom d'*allongement ostéo-plastique du pied*. Mon étude et mes procédés des amputations partielles de ce membre m'avaient fait accueillir, avec un vif intérêt, ce nouveau mode de résection et je proposais de diviser le calcanéum, d'arrière en avant, par une section oblique substituée au trait de scie vertical de Pirogoff. L'affrontement calcanéo-tibial était plus facile, les surfaces osseuses moins pressées l'une contre l'autre, et le talon n'étant plus renversé en avant et en haut restait mieux dans l'axe de la jambe et transmettait plus directement au sol le poids du corps. Cette dernière condition me paraissait si importante que je recommandais de conserver un simple cube sus-talonnier calcanéen ([1]), s'il était la seule portion osseuse encore saine.

» Depuis cette époque, les amputations du pied ont été fréquemment choisies pour sujets de thèses et de Mémoires ([2]), et leur valeur absolue et comparative est cependant encore discutée.

» M. le Dr Gross, professeur agrégé à la Faculté de Nancy, m'a dernièrement adressé l'observation d'une résection très-heureusement pratiquée selon mes indications, et dont l'importance est accrue par la rareté, en France, de cette opération, tandis qu'à l'étranger Chede ([3]) en a réuni et publié 204 cas, et Dittel ([4]), de Vienne, 22, tirés de sa pratique personnelle.

([1]) *Médecine opératoire, loc. cit.*, Pl. CCLXXXIII.

([2]) Eugène Boeckel, *Appréciation des avantages et des inconvénients de l'amputation de la jambe au lieu d'élection comparée aux amputations sus-malléolaires, sous-malléolaires et partielles du pied.* Thèse d'agrégation. Strasbourg, 1857. — Kestner, *Amputation tibio-tarsienne de Syme et de Pirogoff.* Thèses de Strasbourg, 1857, nº 384. — Gross, *De la valeur clinique des amputations tibio-tarsiennes et tarso-tarsiennes.* Thèse d'agrégation. Strasbourg, 1869. — Chauvel, professeur agrégé à l'École du Val-de-Grâce, *De la valeur relative des amputations sous-astragalienne, tibio-tarsienne et sus-malléolaire* (*Mémoires de la Société de Chirurgie*, t. VI, p. 291. Paris, 1869).

([3]) Chede, *Ueber partielle Fussamputationen in Sammlung klinnischer Vorträge,* von R. Volkmann. Leipzig, 1872.

([4]) Dittel, *Journal hebdomadaire de médecine de Vienne* (*Wiener medicinische Wochenschrift*), numéro du 21 avril 1877. *Archives médicales belges,* juillet 1877 et *Gazette hebdomadaire de Paris,* novembre 1877).

» Des quatre opérés dont j'ai fait mention en 1870 ([1]), trois étaient atteints d'accidents assez graves, au moment où je les vis, et j'ai appris que le quatrième avait succombé.

» D'après M. Gross les dangers de l'opération n'en expliqueraient pas, parmi nous, le peu de faveur, et il faudrait en accuser, d'après M. le professeur Léon Lefort ([2]), le renversement en haut et en avant de la partie conservée du calcanéum. Le poids du corps ne porterait pas sur le coussinet adipeux, mais sur la face postérieure du talon, que la pression rend douloureuse, enflamme et ulcère, et l'amputation de la jambe deviendrait la dernière chance de salut.

» La section horizontale de la face supérieure du calcanéum proposée par ce chirurgien et exécutée par lui et par M. E. Bœckel ([3]) prévient ce renversement aussi bien que notre section oblique, mais exige l'intégrité du calcanéum jusqu'à son articulation cuboïdienne et la possibilité d'un plus long lambeau.

» L'observation de M. Gross jette un grand jour sur les succès que l'on peut espérer de son opération.

» Le malade, âgé de 67 ans, était affaibli par une lésion chronique du pied gauche, avec carie, abcès fistuleux et plusieurs attaques d'érysipèles. Après quatre mois de traitement à l'hôpital Saint-Léon de Nancy, M. Gross pratiqua, le 25 octobre 1875, la résection de Pirogoff, d'après notre procédé. Le calcanéum et l'extrémité tibiale étaient, en partie, jaunâtres, raréfiés et graisseux. Une attelle plâtrée, doublée d'une bande de diachylon, fut étendue d'arrière en avant sur le moignon et les faces postéro-antérieures de la jambe, et soutenue par deux circulaires également plâtrées, l'une au-dessus des malléoles, l'autre au-dessus du mollet. Le lambeau plantaire fut ainsi maintenu et immobilisé et les surfaces osseuses juxtaposées. Deux drains latéraux laissèrent une libre issue à l'écoulement des liquides et la plaie fut réunie par des sutures. On eut à combattre quelques complications. Deux abcès se formèrent près de la malléole interne. Un point tégumentaire dorsal mortifié fut pansé à l'huile phéniquée. On dut renouveler les attelles et de nombreuses injections furent faites avec une solution de sulfite de soude.

» La cicatrisation était complète au mois de janvier 1876. Le moignon resta très-doulou-

---

([1]) C. Sédillot, *Chirurgie de guerre. Traitement des fractures des membres par armes à feu* (*Gazette médicale de Strasbourg*, 1870, in-8, p. 158. Strasbourg, 1871).

([2]) Léon Lefort, *Manuel de Médecine opératoire*, par Malgaigne, 3e édition, p. 612. Paris, 1874.

([3]) E. Bœckel, *Gaz. méd. de Strasbourg*, p. 99, 1875, et *Bulletin de la Soc. de Chir.*, no 7, p. 619, 1875. (L'opéré, aujourd'hui, février 1878, pensionnaire de l'hôpital, se sert parfaitement de son moignon. Note de M. E. Bœckel.)

reux à la pression jusqu'en mai. En juin, le malade commença à se lever et à se tenir debout avec des béquilles et une bottine à tuteurs métalliques.

» Le raccourcissement est de $7^c,5$, l'articulation ankylosée; la marche avec une simple canne était facile en juillet, époque où le malade fut présenté à la Société de Médecine de Nancy. En septembre, les douleurs et l'enflure du moignon avaient entièrement disparu. Depuis ce moment, l'opéré, très-bien portant, s'appuie parfaitement sur son moignon talonnier, et le calcanéum fait corps avec le tibia qu'il prolonge.

» C'est un des plus beaux succès que l'on puisse obtenir. Le raccourcissement est sans importance, puisque la diminution de la longueur du membre est compensée par la hauteur de la bottine.

» M. Gross a démontré, par cette remarquable guérison, que la vieillesse, la carie, la chronicité et la gravité des accidents n'étaient pas des contre-indications insurmontables et que l'on pouvait en triompher.

» Cet important résultat permet d'espérer que la résection de Pirogoff trouvera, en France, plus de partisans, et l'étude en devra être complétée par l'anatomie pathologique de moignons ayant longtemps servi à la sustentation et à la marche des opérés. »

FERMENTATIONS. — *Réfutation des critiques que M.* Pasteur *a faites de mon opinion sur l'origine des levûres alcooliques et de la levûre lactique*. Note de M. A. Trécul.

« Les deux Notes de M. Pasteur insérées aux précédents *Comptes rendus*, p. 56 et 90, contiennent plusieurs passages que je demande à l'Académie la permission de rectifier :

I. Sa Note du 30 mars 1861 ne mentionne pas le mélange de la levûre de bière à la levûre de *Mucor*, que j'ai signalé en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 368), et que j'ai rappelé en 1871, t. LXXIII, p. 1456.

II. Comme M. Pasteur renvoie à la page 126 de ses *Études sur la bière*, publiées en 1876, où il reproduit sa Note de 1861, et signale pour la première fois le mélange dont il s'agit, le lecteur qui ne compare pas les textes croit que M. Pasteur a fait la même indication en 1861. Ainsi que je l'ai dit, cette Note de 1861 ne nomme même pas le *Mucor*. M. Pasteur se borne à nier la polymorphie des végétaux inférieurs, la transformation des Mucédinées vulgaires en levûre, et, comme le dit le titre de sa Note (*Bull. Soc. phil.*, 1861, p. 47), *les prétendus changements de forme et de végétation des cellules de levûre de bière suivant les conditions extérieures de leur développement*.

III. M. Pasteur manque de mémoire ou joue sur les mots quand il dit :

« Je n'ai jamais nié le passage d'un *Mucor* en levûre alcoolique; je le répète, ce que j'ai

nié, c'est la transformation d'un *Mucor* et du *Penicillium glaucum*, et en général des moisissures communes, en levûre de bière, ainsi que le démontrent les citations que je viens de faire de mon travail de 1860. »

» Je le répète à mon tour, dans sa Note de 1861, qu'il vient de citer, et non de 1860, comme il le dit en confondant les dates, il n'est pas question du *Mucor*. En 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1168.), M. Pasteur combat en ces termes ambigus mon avis sur l'existence de la levûre de *Mucor* :

« Je n'ai jamais pu obtenir, dit-il, la transformation certaine du *Penicillium* en levûre de bière ou de raisin, pas plus qu'on n'obtient celle du *Mucor mucedo* en ces mêmes levûres; mais j'ai bien reconnu les causes d'erreur possibles dans ce genre d'observations, causes d'erreur que M. Trécul, selon moi, n'aura pas suffisamment écartées. »

» Ce passage donne lieu à deux équivoques. Il tend à faire croire :

» 1° Que j'ai admis la transformation du *Mucor* en levûres de bière et de raisin proprement dites; 2° que le *Mucor*, pas plus que le *Penicillium*, ne se transforme en levûre; 3° qu'une cause d'erreur vient du dehors.

» Cependant M. Pasteur ne prétendra pas que j'aie confondu la levûre de *Mucor* avec la levûre de bière, puisque j'ai su en déceler le mélange. Par conséquent, le passage ambigu que je viens de rapporter ne peut attester qu'une chose, c'est que M. Pasteur n'a pu obtenir ni la levûre alcoolique de *Mucor*, ni celle du *Penicillium*. N'est-il pas manifeste également que, s'il n'avait pu se convaincre de l'existence de la levûre de *Mucor* en 1872, il n'a pu en indiquer le mélange avec la levûre de bière en 1861?

IV. Quand M. Pasteur prétend n'avoir élevé aucune barrière entre les levûres et les moisissures, qu'au contraire il a signalé un lien physiologique entre elles, *il déplace la question*. Il ne s'agit pas entre nous de la conduite chimique de ces végétaux, il s'agit de savoir si des moisissures sont susceptibles de se transformer en levûres, *si des formes végétales que l'on place dans des genres différents, et même dans des tribus diverses, passent des unes aux autres*. C'est là une opinion que M. Pasteur a combattue pendant quinze ans. N'était-ce pas consolider la barrière dont je parle, que de diviser les êtres inférieurs en *zymiques* et en *azymiques* (1863)? Les vues de l'auteur sont aujourd'hui diamétralement opposées!

V. En assurant que, dès 1861, il cherchait une plante qui pût vivre à l'abri de l'air, en produisant la fermentation du sucre (que ne prenait-il le *Mucor* déjà connu?), et que depuis il a amplement démontré ce résultat, *il déplace encore la question*. En effet, tout végétal, suivant lui, mis dans les conditions convenables, donne de l'alcool; *il n'est pas pour cela transformé en levûre proprement dite*. Ce n'est que dans ses *Études sur la bière*, de 1876,

que M. Pasteur admet bien tardivement que le *Mucor* et des *Dematium* sont susceptibles de se transformer en levûre. Dans ce livre, que je vais citer désormais, se dessine nettement le caractère des travaux de M. Pasteur. On y trouve souvent les opinions les plus contradictoires sur les questions les plus importantes. Je vais en donner des exemples.

» Tout en admettant avec nous que des plantes changent de forme avec la composition du milieu dans lequel on les fait vivre, tout en donnant d'assez élégantes figures de ces changements de forme, M. Pasteur refuse encore *aux matières organiques naturelles* le pouvoir de s'organiser, soit par *transformation de quelques-unes d'entre elles,* soit même *par la transformation des êtres microscopiques les uns dans les autres* (p. 33).

Quelles sont donc les transformations d'êtres microscopiques que nous avons admises et que M. Pasteur a toujours récusées? Ce sont celles des levûres en champignons filamenteux, celle du *Mucor* en levûre, etc., précisément ce que M. Pasteur accepte aujourd'hui. C'est encore le passage d'une levûre en une autre, comme la levûre lactique en levûre alcoolique. A cet égard je citerai une autre contradiction de M. Pasteur. A la page 190, il nie l'opinion des brasseurs qui admettent que les *levûres basse et haute* passent de l'une à l'autre; cependant, à la page 213, il est disposé à reconnaître que les levûres hautes sont les aérobies des levûres basses, et dans la note de la page 333 il affirme la transformation des levûres basses en levûres hautes. Voici un autre passage où il nie la possibilité de la transition d'un organisme à un autre. A la page 119, il dit :

« A une époque où les idées de transformation des espèces sont si facilement acceptées, peut-être parce qu'elles dispensent de l'expérimentation rigoureuse, il n'est pas sans intérêt de considérer que, dans le cours de mes recherches sur les cultures des plantes microscopiques à l'état de pureté, *j'ai eu une fois l'occasion de croire à la transformation d'un organisme en un autre,* à la transformation du *mycoderma vini* ou *cerevisiæ* en levûre, et que cette fois-là j'étais dans l'erreur. »

» Il y a dans ce passage une négation qui embrasse tous les organismes, aussi bien le *Mucor* que le *Mycoderma*, les *Saccharomyces* et autres êtres microscopiques. Le jour où M. Pasteur admettait la transformation du *Mycoderma* en levûre, il disait la vérité, et quand il abandonna cette opinion, après que j'eus affirmé que le *Mycoderma cerevisiæ* devient *Penicillium,* il commit deux fautes : 1° en revenant à l'invariabilité absolue des êtres, comme l'indique le passage cité; 2° en reniant un fait vrai.

» On appelle *Mycoderma vini* ou *cerevisiæ* les fleurs de vin ou de bière. M. Pasteur nie leur parenté avec la levûre à la page 116, et cependant il dit à la même page que les cellules de la levûre et du mycoderme ont une

telle ressemblance qu'il désespéra de les distinguer par le microscope. Il crut être plus heureux en tournant la difficulté, en submergeant dans du moût de bière les cellules mycodermiques; il obtint ainsi la conviction qu'elles ne se transforment pas en levûre.

» La raison de ce résultat négatif est bien simple. M. Pasteur a employé de vieux mycodermes. J'ai montré en 1868, et MM. de Seynes et Robin l'ont confirmé, que les très-jeunes mycodermes qui naissent sur du moût de bière préparé pour leur étude se changent facilement en levûre, et que la levûre redevient mycoderme quand elle est exposée à l'air; c'est que les cellules de levûre qui ont vieilli à la surface du liquide sont modifiées physiologiquement; elles sont à l'état mycodermique : alors ces vieux mycodermes ne peuvent plus passer à l'état de levûre.

» M. Pasteur, qui reconnaît la similitude de forme, de volume et de bourgeonnement de la levûre et du mycoderme, aurait dû être frappé d'une autre analogie. Il admet (p. 271) que « l'accroissement, hors du contact de l'air, n'est possible que pour une levûre très-jeune ». Je ferai remarquer qu'en cela encore la levûre se rapproche du mycoderme, et que les très-jeunes conidies du *Penicillium* bourgeonnent de même et deviennent levûre dans les conditions que j'ai indiquées. Il y a alors identité entre les conidies transformées, le mycoderme physiologiquement modifié et la levûre.

» M. Pasteur, qui a opéré sur du vieux *Mycoderma*, prétend que, si j'ai obtenu la fermentation avec mes jeunes mycodermes, c'est que mes liqueurs ont été fécondées par des germes venus de l'air. Il en a été de même, suivant lui, dans mes semis de conidies de *Penicillium*.

» Le lecteur attentif a pu remarquer, à cet égard, que quand il s'agit des expériences de ses adversaires, ou selon les besoins de sa cause, M. Pasteur juge que les germes sont abondants dans l'atmosphère (p. 130), en quantité prodigieuse dans l'air (p. 202); mais, quand il s'agit de ses expériences propres, les germes de l'air sont assez peu nombreux pour qu'il n'y ait pas d'inconvénient à transporter d'un vase dans un autre, *à travers l'air*, des semis de levûre, de *Penicillium*, de *Mycoderma*, ou de *Mucor* (p. 30, 86 à 87, 109, 127 (¹). Le nombre des expériences de

(¹) M. Pasteur dit (p. 30) : « Je n'en ai jamais été gêné » (du transport à travers l'air). — (P. 86) « Sans doute, on ne peut éviter ainsi la cause d'erreur qu'entraîne cette nécessité du passage dans l'air ambiant et celle de l'ouverture préalable du ballon ; mais, j'en ai déjà fait la remarque, *cette double cause d'erreur n'a*, pour ainsi dire, *jamais été préjudiciable à la rigueur des expériences*... » — (P. 110) Lire la note. — (P. 127) Il ense-

M. Pasteur faites dans ces conditions est considérable (p. 30, 109, 127 à 130, 138, 145, 168, 187, 257, etc.); il a pu continuer pendant des mois, des années entières, la même expérience, en faisant de temps en temps, *à travers l'air,* des prises de semences dans les mêmes vases, sans que le résultat de l'expérience en cours d'exécution, ni celui de la nouvelle, en fût troublé (p. 130). Tout cela s'est passé dans le laboratoire de M. Pasteur, où des levûres sont maniées en grande quantité depuis si longtemps. Il en fut de même en plein air, dans les vignes, qui sont des champs de moisissures, de champignons de sortes nombreuses. Pendant une grande partie de l'année, M. Pasteur a pu expérimenter sur le bois, sur les feuilles de la vigne et sur les raisins verts, sans obtenir la fermentation; il a pu détacher de la vigne des grains de raisin verts, les recevoir dans des séries de douze et de vingt-quatre tubes de verre, qu'il fermait avec un liége, sans qu'aucun de ces tubes fût ensemencé par les germes suspendus dans l'air (p. 155 et suiv.).

» Après tout cela, notre confrère est-il bien autorisé à soutenir que les résultats de mes expériences sont inexacts? J'ai pris, comme M. Pasteur, toutes les précautions désirables; j'ai constamment suivi avec attention ce qui se passait à l'intérieur de mes flacons. Quand il y eut des causes d'erreur, je les ai découvertes et signalées.

» En critiquant mes expériences avec semis de *Penicillium*, M. Pasteur en donne une idée fausse en prétendant les imiter (p. 97 à 98). Il mêle en partie ce que j'ai dit des conditions dans lesquelles les levûres lactique et alcoolique sont produites par les matières en dissolution, avec ce qui concerne les semis de *Penicillium*. N'est-ce pas m'attribuer une expérience ridicule, que d'exposer, d'après mes indications, dit-il, à la température de 70 degrés, du moût de bière houblonné, c'est-à-dire qui a été porté à 100 degrés pendant la pratique de l'infusion? Ce que j'ai dit, c'est que,

---

mence trois ballons A, B, C, avec des sporanges entiers de *Mucor*. — (P. 130) M. Pasteur dit : « Notons sans plus tarder que, dans les ballons A, B, C, on a fait des prises à diverses époques, du mois de juin au mois de janvier, et que, dans aucun cas, le *microscope n'a accusé la moindre trace de levûre de bière*. Notons encore que, dans cet intervalle, on a ensemencé de nouveaux ballons à moût de bière, avec des prises faites dans les dépôts des ballons A, B, C, et que toujours on a reproduit le *Mucor* et son genre de fermentation *sans la moindre apparence de levûre ordinaire.* » — Par conséquent, les germes de l'air ne sont pas intervenus dans toutes ces opérations pratiquées à travers l'air. — (P. 138) Le 17 novembre 1873, M. Pasteur sema dans du moût de bière une tête de MUCOR *prise sur une poire*. Le 7 janvier 1875, il étudia les produits de cette culture qui était restée tout à fait pure; elle avait été faite dans un ballon à deux tubulures, sur du moût de bière pur.

pour ne pas tuer les matières organisées en dissolution, je prépare entre 65 et 70 degrés le moût dont je me sers pour démontrer que des levûres naissent de ces matières azotées dissoutes. Malgré l'avis de M. Pasteur, mes liquides n'ont pas reçu de germes venus de l'air. Je les ai examinés, surveillés soigneusement; j'ai suivi toutes les phases de l'évolution, et les expériences de mon contradicteur, que je viens de citer, prouvent que les germes de l'atmosphère n'interviennent pas aussi souvent qu'il l'affirme, quand il parle des travaux de ses adversaires. On peut donc me croire quand je soutiens, d'une part, que les levûres qui naissent dans les liquides limpides, bien filtrés, commencent par de fines granulations, etc., d'autre part, que les jeunes conidies de *Penicillium*, en présence de peu d'air dans des petits flacons bien fermés, grossissent, se décolorent, bourgeonnent et constituent alors des cellules de levûre.

» Quoi qu'il en soit de l'opinion de M. Pasteur sur ces deux points, on voit par ce que je viens de dire combien son avis s'est transformé, puisqu'il admet aujourd'hui une levûre de *Mucor* (p. 126 et suiv.) et une levûre de *Dematium* (p. 177). S'il refuse au *Penicillium* la faculté d'en produire aussi, c'est que M. Pasteur est en retard à ce sujet, comme il l'a été longtemps pour le *Mucor*. Voici un passage qui montre aussi à quel degré est changée la manière de voir de notre confrère, qui maintenant accepte et définit ainsi la polymorphie (p. 84) :

« Des organes détachés d'organismes plus élevés, des êtres à une certaine phase de leur vie, peuvent se régénérer sous une forme déterminée, avec des propriétés spéciales dans des milieux et dans des conditions qui ne sauraient faire apparaître la plante ou l'animal avec ses autres formes ou modes habituels de reproduction. Les exemples de ces faits abondent aujourd'hui dans la Science. Certaines levûres alcooliques nous offriront des faits analogues. »

» Voilà donc enfin la *polymorphie* admise par M. Pasteur, qui l'a niée dans sa Note de 1861 et depuis.

» Est-il bien fondé désormais à traiter d'*imaginaire* (p. 95) la transition que j'ai observée des bactéries à la levûre lactique, de celle-ci à la levûre de bière et de cette dernière au *Mycoderma* et au *Penicillium?* Le *Penicillium* est par excellence un de ces êtres dont parle M. Pasteur, qui peuvent se régénérer sous des formes et avec des propriétés spéciales dans des milieux et dans des conditions qui ne sauraient faire apparaître la plante avec ses autres formes ou modes de reproduction habituels.

» M. Pasteur, qui a nié l'observation que j'ai faite de la transformation de la levûre lactique en levûre de bière, est amené par la puissance des faits à reconnaître la possibilité de tels changements. Il écrit à la page 269 :

« Quand on dit (il devrait écrire : *Quand je dis*) que chaque fermentation a un ferment

qui lui est propre, il faut entendre qu'il s'agit d'une fermentation considérée dans l'ensemble de tous ses produits : *cette assertion ne peut signifier que le ferment dont il s'agit ne sera pas capable d'agir sur une autre substance fermentescible, et de donner lieu à une fermentation très-différente.* »

» Or, nous avons vu qu'à présent M. Pasteur reconnaît que le milieu influe sur la forme des êtres, des levûres en particulier; il est donc naturel que la levûre lactique puisse devenir levûre de bière dans un milieu favorable.

» On voit par ce qui précède que M. Pasteur, qui refuse encore d'admettre la transformation du *Penicillium*, est amené graduellement vers la manière de voir de MM. Turpin, Berkeley, Hoffmann, Hallier, Pouchet, Robin, Fremy et Trécul, qu'il combat inconsidérément, tout en admettant avec eux la transformation de champignons filamenteux en levûres. Je ferai observer, en terminant, que les êtres étant modifiés avec les milieux dans lesquels ils vivent, et que les circonstances ayant changé beaucoup depuis que notre globe n'est plus incandescent, les êtres ont nécessairement modifié leurs formes pour s'adapter aux circonstances et aux milieux. Par conséquent, c'est l'idée de l'immutabilité des êtres qui est une hypothèse. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans la vision.* Note de M. FAVÉ.

« En admettant que toute la matière soit douée d'un système de vibrations persistantes, on est amené à considérer la vision sous un nouveau jour, car la cornée transparente, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée ne doivent plus être envisagés uniquement au point de vue de la réfraction qu'ils produisent; on doit admettre que l'humeur vitrée exécute toutes les vibrations à communiquer aux nerfs optiques, et que ces nerfs eux-mêmes savent choisir les vibrations qu'ils sont capables de rendre pour produire distinctement la sensation dont le problème demeure inabordable. C'est en admettant que les ondes de l'éther communiquent leur mouvement aux vibrations synchrones des diverses parties de l'œil que nous allons pouvoir rapporter à la Physique quelques faits regardés jusqu'ici comme étant d'ordre physiologique.

» L'œil fermé depuis un temps assez long pour ne plus éprouver aucune sensation de lumière n'en a pas moins les vibrations constitutives des matières qui le composent; dans cet état, l'humeur vitrée ne communique pas aux nerfs une force vive suffisante pour faire naître la sensation. L'œil

s'ouvre et reçoit des ondes capables d'augmenter certaines vibrations de l'humeur vitrée, mais un temps analogue à celui qui amène la phosphorescence est nécessaire pour que la vibration communiquée de proche en proche acquière l'intensité voulue. Supposons que le minimum de l'intensité indispensable à la sensation ait été dépassé, et que l'œil se referme; la sensation ne devra pas cesser pour cela immédiatement, car il faudra qu'auparavant la force vive acquise ait été dépensée au profit de l'éther.

» Si, en sortant d'un espace très-éclairé pour entrer dans un lieu sombre, l'œil ne distingue rien, c'est qu'il faut laisser le temps aux vibrations de l'humeur vitrée de perdre la force vive qu'elles ont en trop, et de redevenir susceptibles de l'accroissement normal qu'elles acquièrent sous l'action des ondes provenant du lieu sombre.

» Si la sensibilité de l'œil augmente ou même s'exagère par un séjour prolongé dans l'obscurité, c'est qu'en cette condition la lumière produira un accroissement très-brusque de force vive dans l'humeur vitrée.

» Une série de secteurs, peints de couleurs diverses, donne la sensation de leur mélange quand on fait tourner le disque avec une rapidité convenable; cela provient de ce que toutes les vibrations correspondantes coexistent pendant ce temps-là dans l'humeur vitrée. On peut se rendre compte ainsi des propriétés de l'œil, constatées par M. Plateau : 1° la sensation n'est complète que si l'impression lumineuse a duré un certain temps; 2° cette sensation persiste pendant quelques millièmes de seconde, avec un éclat maximum, pour s'effacer ensuite progressivement; 3° la durée totale est égale à 0,84 de seconde en moyenne, mais elle augmente avec l'éclat de la lumière incidente.

» Nous pouvons aussi comprendre comment une couleur que l'œil vient de voir influera momentanément sur celle qu'il regarde. Les vibrations de la première couleur persisteront quelque peu pendant que celles de la seconde croîtront en intensité; puis les vibrations de la première iront bientôt en décroissant plus sensiblement, et, dans cet instant, l'effet produit pourra être celui qu'on éprouverait si les ondes de la première couleur manquaient à la seconde. Comme la force vive des ondes va en diminuant du rouge au violet dans les couleurs du prisme solaire, il faudrait, pour prévoir l'effet à obtenir dans chaque circonstance, compter avec les intensités relatives des divers éléments qui entrent dans les teintes composées. C'est ce que M. Chevreul a fait avec tant d'habileté, qu'on ne peut toucher à ce sujet sans en référer à ses travaux. La théorie de la

vision ne saurait être complète sans expliquer tous les phénomènes du contraste des couleurs, simultané, successif et mixte, qu'il a produits et constatés.

» La vision de certains animaux confirme les vues que je viens d'indiquer, car l'intervention des vibrations de l'œil s'y manifeste, je pense, d'une manière indubitable. C'est là, en effet, ce qui fait luire les yeux des chats dans l'obscurité, et cette sorte de phosphorescence sert à l'œil pour absorber les ondes qui sont à l'état diffus, ainsi que celles dont la production est due aux vibrations de la matière placée en face. C'est ainsi que l'œil de cet animal acquiert, pour ses vibrations, l'intensité nécessaire à l'impression d'ondes très-faibles sur les nerfs de la rétine et à la sensation qui en résulte. D'autres animaux verront encore mieux que les chats pendant la nuit si leurs yeux absorbent de plus faibles ondes, et percevront la sensation provenant de vibrations d'une intensité moindre; mais alors leurs yeux seront blessés par la trop grande force vive de la lumière du jour. Pour ces animaux, les deux limites de la vision seront déplacées.

» C'est dans les conditions à remplir, d'après la constitution de notre œil, pour que la vision s'opère plus ou moins bien, qu'il faut chercher le moyen de lever l'objection qui décida Newton à repousser le système des ondulations. Si un tronc d'arbre peut nous paraître noir du côté opposé a la lumière qui le frappe, ce n'est point que les ondes ambiantes de l'éther ne baignent pas le tronc tout entier, mais c'est qu'elles impressionnent très-peu notre œil comparativement aux ondes provenant directement des vibrations du tronc. On peut dire de même que les ondes lumineuses ne manquent pas pendant la nuit, quoique nous ne les percevions plus. En fait donc, l'œil est garanti contre une multitude d'ondes de l'éther, comme l'oreille est garantie, par sa structure, contre une multitude d'ondes de l'air qui deviennent capables d'impressionner cet organe quand leur intensité est accrue, par résonnance, dans une coquille qu'on approche du conduit auditif.

» On a déjà dit, avec raison, que le noir est du blanc obscur. »

ASTRONOMIE. — *Remarques sur les satellites de Mars.* Note de M. **Ed. Roche.**

« La découverte si inattendue qui a enrichi notre système planétaire de deux satellites nouveaux est importante pour les astronomes sous plusieurs rapports et spécialement au point de vue cosmogonique. Ces satellites présentent, en effet, des particularités susceptibles de nous éclairer sur les

conditions dans lesquelles ont eu lieu leur formation et celle des astres analogues. Il résulte des premières observations que la durée de révolution du satellite extérieur est de trente heures environ, et sa distance à la planète de 6,7 rayons de Mars; quant au satellite intérieur, sa période est de sept heures et demie seulement, et sa distance de 2,7 ou moins de trois fois le rayon de la planète. Or j'ai démontré, en 1849, dans mon Mémoire sur la figure d'une masse fluide soumise à l'attraction d'un point éloigné, qu'un satellite de même densité que sa planète ne saurait exister, sous forme ellipsoïdale, à une distance inférieure à 2,44, le rayon de la planète étant pris pour unité. Pour un satellite moins dense, cette limite serait un peu plus grande. On voit que cette condition est remplie par les satellites de Mars. Elle l'est aussi par tous les satellites de Saturne : le plus voisin est à la distance de 3,35; mais la matière qui forme les anneaux, s'étant trouvée trop près de la planète, n'a pu s'agglomérer pour constituer un corps quelconque.

» Un autre fait très-remarquable que nous offre le premier satellite de Mars, c'est d'avoir une durée de révolution bien inférieure à la durée de rotation de la planète, qui est de vingt-quatre heures et demie. Jusqu'ici, pour tous les astres secondaires, planètes ou satellites, le mouvement de révolution s'accomplissait plus lentement que la rotation du corps principal, et l'on s'était habitué à regarder cela comme une loi générale, pouvant être formulée en ces termes : « Les corps secondaires sont tous situés au delà de la » limite qui correspond à la force centrifuge de l'astre central. » Laplace le dit même explicitement dans la Note où il a développé son hypothèse cosmogonique.

« Tous les corps qui circulent autour d'une planète ayant été, suivant cette hypothèse, formés par les zones que cette atmosphère a successivement abandonnées, et son mouvement de rotation étant devenu de plus en plus rapide, la durée de ce mouvement doit être moindre que celle de la révolution de ces différents corps; ce qui a lieu semblablement pour le Soleil comparé aux planètes. »

» Il y a donc, dans l'existence de ce premier satellite de Mars, une objection à la cosmogonie de Laplace qui suppose que les zones abandonnées l'une après l'autre, par une nébulosité sphéroïdale qui se refroidit, se condensent dans le plan de l'équateur précisément à la limite où la pesanteur vers le centre du sphéroïde fait équilibre à la force centrifuge correspondante à sa rotation. Mars présente ainsi une sorte d'anomalie qui paraît au premier abord sans exemple dans notre monde solaire. Mais j'ai fait observer en 1853, dans un Mémoire sur la figure des atmosphères des corps

célestes, qu'une moitié de l'anneau de Saturne se trouve également à l'intérieur de cette limite qui, pour Saturne, est près de deux fois le rayon de la planète. Si l'on veut rattacher l'origine de ces anneaux à la théorie de Laplace, il est donc nécessaire de la modifier. C'est par là que j'ai été amené à reconnaître l'existence d'anneaux intérieurs, bien distincts des zones équatoriales de Laplace, lesquelles se déposent à la limite dont il vient d'être parlé.

» Ainsi que je l'ai expliqué dans un précédent travail ([1]), la portion de la nébuleuse, qui devient libre à chaque progrès nouveau du refroidissement, provient de toute une nappe fluide qui s'étend jusqu'aux pôles, se déverse des deux côtés vers l'équateur, et enfin s'écoule au dehors par la ligne équatoriale comme par une sorte d'ouverture. Il en résulte que, en affluant à l'équateur, une partie de ces nébulosités y arrivent avec une vitesse de rotation insuffisante pour continuer à circuler extérieurement. Au lieu donc de se séparer de la nébuleuse, elles rentrent dans son atmosphère ; et, si celle-ci est suffisamment raréfiée, elles peuvent s'y maintenir quelque temps, sous forme de traînées elliptiques ayant leur aphélie à la limite équatoriale. Celles de ces traînées dont l'excentricité est assez faible se transforment peu à peu, sous l'influence du milieu ambiant et à cause de la circulation de ce milieu, en un anneau ou un ensemble d'anneaux circulaires : telle est l'origine probable des anneaux de Saturne.

» Dans le système saturnien, les traînées circulant au voisinage de la planète se sont maintenues à l'état de poussières et ont conservé l'apparence d'anneaux, sans pouvoir s'agglomérer en une masse sphéroïdale, parce que leur distance à Saturne était inférieure à 2,44. L'anneau s'étend en effet de 1,5 à 2,4 environ. Il est formé de traînées sensiblement circulaires et d'inégale vitesse : pour les plus voisines de l'astre central, la période est moindre que $10^h 14^m$, durée de la rotation de Saturne. Le nombre $10^h 30^m$, donné par Herschel pour la rotation de l'anneau, se rapporte à une partie de l'anneau située au delà de la ligne de séparation.

» Le premier satellite de Mars doit avoir une origine analogue à celle des anneaux de Saturne, puisqu'il est, lui aussi, placé en deçà de la distance où un satellite exécuterait sa révolution en $24^h 37^m$, durée de la rotation de Mars : cette distance est de près de six rayons de Mars. Si un satellite a pu se former dans ces conditions, c'est que la distance des traînées nébuleuses aux dépens desquelles il s'est constitué était 2,7 ou un peu supé-

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 3 novembre 1873.

rieure à 2,44, limite au-dessous de laquelle un corps planétaire ne peut subsister et tend à se dissoudre en particules indépendantes. A une distance moindre que cette limite, une planète peut posséder un anneau, mais pas de satellite.

» En résumé, par sa distance à la planète et la durée tout à fait insolite de sa révolution, le premier satellite de Mars fournit des éléments précieux pour la vérification de la théorie que je viens de rappeler sommairement. Comparable à l'anneau intérieur de Saturne par son origine, comme lui il tourne plus vite que l'astre central, mais il est un peu plus écarté de sa planète, et c'est uniquement à cette circonstance qu'il doit d'exister. S'il y a autour de Mars des anneaux plus voisins, ce ne saurait être que des tourbillons de corpuscules isolés, dont la transformation en un astre proprement dit est impossible. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur la loi de réciprocité pour les invariants et covariants des quantics binaires.* Note de M. SYLVESTER.

« A un invariant ou covariant donné d'un quantic binaire du degré i de l'ordre j dans les coefficients, M. Hermite a montré qu'il répond toujours un invariant ou covariant (du même degré) de l'ordre i dans les coefficients, mais appartenant à un quantic du degré j, et il a fourni un procédé pour passer de l'un à l'autre.

» Je vais donner une généralisation de ce théorème en l'étendant à un système de quantics binaires, et une méthode plus facile pour faire la transformation pour le cas ou d'un seul quantic ou d'un système. Soit D un invariant ou covariant du degré δ appartenant à un système de quantics binaires des degrés respectifs $i, i', i'', \ldots$, dont l'ordre dans les coefficients des quantics est respectivement $j, j', j'', \ldots$. Je dis qu'il y répond un invariant Δ ou covariant du degré Δ appartenant à un système de quantics binaires des degrés respectifs $j, i', i'', \ldots$, dont l'ordre dans ces coefficients des quantics est respectivement $i, j', j'', \ldots$, de sorte qu'à une forme comprise dans le type $i, j;\ i', j';\ i'', j'', \ldots;\ \delta$ il en répond une autre comprise dans le type $j, i;\ i', j';\ i'', j'', \ldots;\ \delta$.

» Cela étant vrai pour le couple d'indices i, j sera nécessairement vrai pour tous les couples ou pour une combinaison quelconque des couples $i, j, \ldots;\ i', j', \ldots;\ i'', j'', \ldots$; mais il suffit évidemment de donner les règles de transformation pour l'échange entre eux d'un seul couple d'indices conjugués i et j.

» Pour l'effectuer, voici tout ce qui est nécessaire :

» Regardons le coefficient de x^i dans le quantic du degré i comme *égal à un;* alors tous les coefficients de ce quantic deviennent fonctions symétriques des racines $e_1, e_2, \ldots, e_i$. Qu'ils soient exprimés ainsi, alors chaque terme de D sera de la forme $\mathrm{M}e_1^\alpha e_2^\beta e_3^\gamma \ldots e_i^\lambda$; bien entendu qu'un ou plusieurs des chiffres $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda$ peuvent devenir zéro.

» Au lieu de ce terme, écrivons

$$\mathrm{M}\eta_\alpha \eta_\beta \eta_\gamma \ldots \eta_\lambda \quad \text{ou} \quad \eta_\alpha = (-)^\alpha \varepsilon_\alpha \ldots \varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_\alpha,$$

ε_α étant les éléments du quantic général $(\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_j)(x, y)^i$.

» L'expression ainsi obtenue sera évidemment de l'ordre i, quant aux coefficients ε, et de plus elle sera un invariant ou un covariant (du même degré que le primitif).

» La preuve en est facile, ne dépendant que de l'application de l'équation partielle différentielle, qui sert pour définir un invariant ou différentiant : elle est donnée avec des exemples de son application dans un Mémoire qui doit paraître prochainement dans l'*American Journal of Mathematics*, publié à Baltimore.

» Je me borne ici à ajouter quelques mots sur l'usage du terme *réciprocité*, sans lesquels on pourrait aisément se tromper sur la véritable portée du théorème; et, pour plus de clarté, je ne sortirai pas du cas le plus simple, celui d'un seul quantic du type $i, j : \delta$, dont le type conjugué sera $i, i : \delta$.

» Supposons que de d appartenant au premier type on ait passé à Δ appartenant au type conjugué $j, i : \delta$. Qu'on répète le procédé, on retournera au type donné $i, j : \delta$. Or il importe beaucoup de savoir si ou non on retournera à la forme donnée D en regardant si l'on veut comme identiques les formes qui ne diffèrent l'une de l'autre que par un multiplicateur numérique.

» Pour répondre à cette question, il sera bon de se servir d'une nouvelle définition. J'appelle la *multiplicité* d'un type $j, i : \delta$ le nombre de formes linéairement indépendantes qui y sont attachées, ou, ce qui revient au même, le nombre de paramètres numériques arbitraires de la forme la plus générale qui est représentée par ce type. On peut nommer ces formes ou ces types monadelphiques, diadelphiques, etc., selon la valeur de la multiplicité.

» Or, pour ces types monadelphiques en retournant au même type, on retourne nécessairement à la même forme, de sorte que la question que

j'ai proposée se limite nécessairement aux types polyadelphiques. Or je suis en mesure d'affirmer qu'en général, en transformant deux fois un quantic appartenant à un type de la multiplicité k, il n'y a que k formes particulières qui se reproduisent identiquement. En donnant des valeurs arbitraires aux k paramètres, on retourne au même type, sans retourner à la même forme, de sorte que D ne peut pas se déduire de Δ comme Δ de D; et ainsi la *réciprocité*, tellement nommée, est essentiellement une réciprocité de types et non pas de formes. Quant aux formes spéciales (disons principales) qui se reproduisent et qui possèdent des réciproques dans un sens étroit, il est facile de voir qu'on peut les déterminer avec l'aide d'une équation algébrique du degré k, très-analogue à l'équation pour trouver les axes principaux d'une courbe ou surface, ou hypersurface, etc., du second degré, j'ai expérimenté, comme on peut voir dans le Mémoire cité sur des types diadelphiques, et je trouve, dans les cas que j'ai étudiés, que les exercices de l'équation quadratique à résoudre sont rationnels; mais je ne puis affirmer que cela aura toujours lieu. L'équation dont je parle exprime le rapport numérique entre chaque forme principale et, si je puis me servir de l'expression, seconde *image*, c'est-à-dire l'image de Δ comme Δ est l'image de D. Ses racines ou au moins leurs rapports sont indépendants de toute convention, et sont en effet des constantes absolues de la raison humaine; ainsi il me paraît que la constitution de ces équations mérite d'être étudiée à fond. Sans la règle simplifiée que j'ai donnée pour trouver les images, le travail nécessaire dans le cas des types polyadelphiques serait, à cause de sa longueur, presque inexécutable, et même, avec cette simplification le travail est assez pénible. Quoique la nouvelle méthode de former l'image d'une dérivée invariantive possède (il me semble) un avantage considérable quant à la facilité du calcul, cependant la route frayée par M. Hermite a une très-grande utilité, car avec son aide on voit instinctivement que chaque invariant ou covariant binaire équivaut à un hyperdéterminant, et l'on peut même calculer par un procédé direct l'hyperdéterminant qui représente un invariant ou covariant binaire donné. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur la théorie des formes associées de MM.* Clebsch et Gordan. Note de M. SYLVESTER.

« Dans le Traité de Clebsch sur les formes binaires, on trouve un théorème très-remarquable sur ce qu'il appelle les *formes associées*, et sur le système le plus simple des formes associées.

» Je me bornerai à l'exposition et à la généralisation de cette dernière. Voici le théorème comme on le trouve dans le travail de M. Clebsch : Soient Q un quantic binaire quelconque du degré i, f un invariant ou covariant quelconque de Q. En choisissant convenablement le chiffre μ, $Q^{\mu} f$ sera une fonction entière et rationnelle de i invariants et covariants, constants et connus de Q, dont le premier sera Q et les autres, successivement de l'ordre 2 et 3 dans les coefficients de Q. Si l'on examine de près ce théorème avec l'aide de la conception et des propriétés des différentiants, voici à quoi il équivaut : Prenons la forme $x^i + px^{i-1} + qx^{i-2} + \ldots + l$.

» On sait bien qu'une fonction symétrique quelconque de ses racines sera une fonction rationnelle et entière des i coefficients donnés. Mais, si l'on se borne à une fonction symétrique des *différences* des racines, on peut ajouter (et voilà en quoi consiste essentiellement ce théorème de M. Clebsch ou de M. Gordan) qu'elle sera une fonction rationnelle et entière de $i-1$ fonctions alternativement de l'ordre 2 et de l'ordre 3 des coefficients, dont chacune sera elle-même une fonction des différences des racines.

» C'est par une analyse assez compliquée que MM. Clebsch et Gordan établissent leur théorème. Je le déduis par un calcul tout à fait élémentaire et presque instantané en me servant seulement de l'équation partielle différentielle qui sert à définir les invariants et les différentiants et avec ce grand avantage que, avec son aide, je passe immédiatement à l'extension du théorème au cas de système de quantics. Voici en effet le résultat auquel j'arrive avec cette méthode.

» Soit Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_λ un système de quantics binaires. Prenons $(\lambda-1)$ jacobiens indépendants quelconques des Q combinés en paires qu'on peut nommer $J_1, J_2, \ldots, J_{\lambda-1}$ et de plus prenons les a formes associées dans leur forme la plus simple qui appartiennent à Q_1, Q_2, ..., Q_λ prises séparément. Alors, je dis que, f étant un invariant ou covariant quelconque du système des Q, on aura, en choisissant convenablement les chiffres μ_1, μ_2, ..., μ_λ, $Q_1^{\mu_1}$, $Q_2^{\mu_2}$, ..., $Q_\lambda^{\mu_\lambda}$, une fonction rationnelle et entière des formes associées propres à Q_1, Q_2, ..., Q_λ et des quantités J_1, J_2, ..., $J_{\lambda-1}$.

» J'ajouterai encore un théorème que je crois être nouveau et qui se déduit immédiatement de ce dernier.

» Soient $a_1, b_1, \ldots; a_2, b_2, \ldots; a_\lambda, b_\lambda$ les deux premiers coefficients de Q_1, Q_2, ..., Q_λ et prenons la forme linéaire $a_k x + b_k y$ (k étant choisi arbitrairement), que je nommerai u. Soit un invariant ou un covariant quelconque du système exprimé comme fonction de u et de y, alors tous les coefficients de F seront des différentiants en x, ce que M. Cayley nomme des *semi-*

invariants. Ainsi, par exemple, si l'on prend le covariant bien connu $(ac - b^2)x^2 + (ad - cb)xy + (bd - c^2)y^2$ appartenant à un seul quantic $(a, b, c, d)(x, y)^3$, on peut le mettre sous la forme

$$\frac{1}{a^2}(ac - b^2)(ax + by)^2 + (a^2d - 3abc + 2b^3)(ax + by)y - (ac - b^2)^2y^2,$$

où, en supposant $a = 1$, tous les coefficients deviennent des fonctions des différences des racines de $(1, b, c, d)(x, y)^3 = 0$.

» La preuve de ces théorèmes sera donnée dans l'*American Journal of Mathematics* publié à Baltimore (États-Unis de l'Amérique), qui doit paraître prochainement. »

MÉMOIRES LUS.

COSMOLOGIE. — *Présence de sphérules magnétiques, analogues à ceux des poussières atmosphériques, dans des roches appartenant aux anciennes périodes géologiques*. Note de MM. STAN. MEUNIER et G. TISSANDIER. (Extrait.)

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux).

« En étudiant au microscope les poussières de l'air et les sédiments fournis par la neige des Alpes et par les eaux pluviales recueillies dans plusieurs localités, et notamment à l'observatoire météorologique de M. Hervé Mangon, à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), l'un de nous y a reconnu des sphérules remarquables par la régularité de leur forme (1).

» Ces sphérules, constitués par de l'oxydule de fer, sont identiques à ceux que produit le fer métallique en brûlant dans l'air et l'analogie conduit à penser que, chaque fois qu'un fer météorique pénètre dans notre atmosphère, il doit en produire un grand nombre. En observant au microscope la croûte des météorites, on y distingue d'ailleurs des grains arrondis qui ne sont pas sans quelque ressemblance avec les précédents (2). En outre, les particules magnétiques retirées des sédiments atmosphériques ont donné à l'analyse des indices révélant la présence du nickel, et de nature, par conséquent, à les faire regarder comme météoritiques (3).

» Toutefois, si ces faits conduisent à faire supposer une origine cosmique

(1) G. TISSANDIER, *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 576.
(2) G. TISSANDIER, *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 76.
(3) G. TISSANDIER, *Les poussières de l'air*, p. 49, 1877, Gauthier-Villars.

aux grains qui nous occupent, d'autres considérations invitent à rechercher s'ils ne dériveraient pas des masses de fer métallique qui brûlent autour de nous, par exemple en subissant les opérations métallurgiques, ainsi qu'en témoigne la richesse en sphérules de l'oxyde des battitures, et même en étincelant sous le choc du briquet ([1]).

» Nous dirons, à cette occasion, que M. Daubrée a bien voulu nous communiquer la poussière magnétique qu'il recueille au fond des puits où le fer, soumis à l'action brisante de la dynamite, a révélé tant de faits importants de l'histoire des météorites. Le microscope nous a montré, dans cette poussière, de nombreux globules à surface lisse et brillante, et dont les irrégularités de forme s'expliquent sans doute par la violence avec laquelle ils ont été projetés, encore fondus, contre les parois du puits.

» Il nous paraît difficile d'attribuer à des sources terrestres l'immense quantité de sphérules que présentent les poussières ramassées dans les lieux les plus distants et dans les situations les plus diverses. C'est ainsi que l'étude des sables rapportés par la drague du fond des océans nous en a procuré des exemples nouveaux ([2]).

» Les faits qu'il nous reste à faire connaître sont bien plus décisifs encore. Il s'agit de la présence de sphérules magnétiques au sein même de sédiments dont la date de formation est bien antérieure à l'apparition de l'homme sur la terre.

» Au début de ces recherches, nous avons été frappés de l'abondance

---

([1]) Brard, *Minéralogie appliquée aux arts*, t. III, p. 143, 1821.

([2]) M. le commandant Mouchez vient d'adresser au Muséum une nombreuse série de fonds de mer, qui ont été collectionnés sur les côtes de Tunisie et d'Algérie, et dont on s'occupe de faire l'analyse zoologique au laboratoire de Géologie du Muséum. Leur étude nous a fourni beaucoup de sphérules magnétiques. Nous citerons, en particulier, un sable quartzeux et calcaire, pris par 14 mètres de profondeur au mouillage de Beni-Saf, à 700 mètres de la côte; il renferme des globules dont le diamètre est d'environ $0^{mm},028$. Un sédiment à la fois quartzeux et argileux, qui se trouve à 11 mètres de profondeur, 2 milles au nord-est de Carthage, est encore bien plus riche, et les globules qu'il contient, parfois gros de $0^{mm},042$, ont offert à diverses reprises le petit goulot caractéristique des sphérules du briquet. Il en existe d'analogues et de plus gros encore, dans le sable qui constitue le fond de la mer, à 7 mètres de profondeur, devant la Goulette; dans l'argile ramenée de 270 mètres dans le golfe de Philippeville et dans plusieurs autres échantillons.

Dans une région bien différente, puisqu'il s'agit maintenant de l'autre hémisphère, M. l'amiral Serres a recueilli des sédiments marins qu'il a également donnés au Muséum. Les globules n'y font pas défaut; on les trouve même avec une abondance extrême dans le sable qui fait le fond de la baie de Possession; ils y atteignent $0^{mm},056$ de diamètre.

de beaux sphérules dans le sable extrait du puits artésien de Passy, à 569 mètres au-dessous de la surface du sol, sable qui appartient au gault. Leurs dimensions varient de $0^{mm},007$ à $0^{mm},020$. Ce sable ayant été exposé à l'air, on pouvait penser que les globules y étaient tombés récemment. En répétant les observations avec des mottes de sable du puits de Grenelle, mottes non défaites depuis leur dépôt, comme en témoigne la succession des couches planes qui le composent, nous avons retrouvé le même résultat. L'argile qui recouvre, à Grenelle, la couche aquifère renferme aussi des globules dans l'intérieur de la masse.

» Allant plus loin, nous avons examiné des roches dures dont on ne peut supposer le remaniement et dont nous avons fait disparaître toutes les surfaces exposées à l'air. Le *noyau* ainsi isolé a été enveloppé, puis broyé, sans choc, par écrasement dans un étau et la poudre a été soumise au triage à l'aimant. Pour répondre à l'objection qui consisterait à dire que les globules peuvent tomber de l'air dans les préparations, au cours des manipulations (ce qui serait s'exagérer beaucoup leur nombre dans l'atmosphère), nous avons traité exactement de la même manière des roches cristallines, et spécialement un gneiss du Simplon (8. R. 173), un micaschiste du Saint-Gothard (11. B. 14), une serpentine verte du Val d'Aoste (8. R. 197), etc., et nous n'avons jamais rien observé qui ressemblât, même de très-loin, aux globules proprement dits. Le même résultat négatif a été donné par l'examen d'une magnétite friable de Norvége.

» Traité par la méthode qui vient d'être décrite, un grès infra-liasique de Saint-Julien-lès-Metz (9. Z. 186) a présenté, au contraire, un sphérule presque parfait de $0^{mm},014$. Un psammite micacé du trias d'Esslingerberg, en Wurtemberg, (4. D. 79), en a fourni un de même dimension. Le grès ferrugineux permien de Salzbach, en Brisgau (O. 110. *a*), est infiniment plus riche. Une préparation que nous conservons au Muséum contient au moins quatre globules dont le diamètre varie de $0^{mm},014$ à $0^{mm},042$. L'un de ces sphérules, gros de $0^{mm},028$, est parfait et identique à ceux de la période actuelle. La richesse de cette roche nous a engagés à l'étudier avec un soin spécial; plusieurs préparations nous ont donné les mêmes résultats.

» Continuant à remonter la série des âges, nous avons examiné les sédiments carbonifères. Un pséphite, extrait d'un puits de mine de Saint-Avoldt, nous a donné un globule parfait de $0^{mm},01$. Plus ancien encore, un grès dévonien des environs de Villedieu (Manche) (2. A. 52) a offert plusieurs globules irréprochables, entre autres celui que présente une préparation conservée, et qui a $0^{mm},01$

» En résumé, les faits qui viennent d'être rapidement exposés montrent que les sédiments actuels de la mer, comme ceux des océans géologiques, renferment des globules semblables aux sphérules que l'atmosphère laisse constamment tomber à la surface de la terre. Nous n'avons jusqu'ici aucun moyen de les distinguer les uns des autres, puisqu'ils sont également noirs, sphériques et attirables, et nous sommes dès lors autorisés à les identifier entre eux. Si l'on admet cette conclusion, il faut reconnaître que les couches du globe renferment des matériaux d'origine cosmique dont la chute remonte à un passé des plus reculés. On comprendra l'importance qu'il y aurait à préciser, si faire se peut, l'époque où la terre a reçu, pour la première fois, cette contribution de l'espace. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur les formes vibratoires des corps solides et des liquides, à propos d'une Communication récente de* M. P. Dubois; par M. C. **Decharme**. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés: MM. Bertrand, Faye, Jamin, Resal.)

« Dans une Note de M. P. Dubois *Sur les vibrations transversales des liquides* (¹), est émise l'idée de substituer un liquide au sable qu'on emploie ordinairement pour étudier les vibrations des corps solides.

» Afin qu'il me soit possible de continuer des recherches déjà très-avancées, sans être accusé d'en avoir emprunté l'idée à un autre, j'ai l'honneur d'informer l'Académie que, depuis plus de six mois, je m'occupe de l'étude des formes vibratoires des corps solides et des liquides, et que j'emploie, pour déceler les vibrations des plateaux, plaques ou lames, disposés horizontalement, une couche d'eau de 1 à 3 millimètres d'épaisseur.

» Les premiers résultats de mes recherches sur ce sujet ont été communiqués, avec expériences à l'appui, à la Société académique de Maine-et-Loire, dans la séance du 29 novembre dernier, ainsi qu'en fait foi le procès-verbal de cette séance, dont je joins ici un extrait certifié :

« ... M. Decharme communique à la Société des expériences sur les *formes vibratoires des*

(¹) *Comptes rendus*, séance du 4 février, p. 295 de ce volume.

vases et des plaques élastiques. Pour déceler ces formes sur les plateaux en verre, fixés horizontalement par leur centre et mis en vibration par l'archet, M. Decharme se sert, au lieu du sable ordinairement employé, d'*une mince couche d'eau*, qui montre le phénomène à l'état dynamique par l'apparition de réseaux striés, symétriques, très-étendus pour le son fondamental, et d'autant plus nombreux et délicats que le son rendu est plus élevé. Quelquefois, on distingue deux sortes de stries, appartenant à des sons simultanés.

» M. Decharme faisant remarquer que les vases, plateaux et plaques, donnent des stries semblables, dont la largeur est évidemment en rapport avec la hauteur des sons correspondants, n'ose cependant se prononcer sur ce point, parce qu'il n'a pas encore pu vérifier expérimentalement cette relation avec toute l'exactitude qu'il désire apporter à ce résultat capital; il espère y arriver au moyen de la photographie, qui reproduira en même temps l'ensemble symétrique des réseaux striés, lequel est d'un très-bel effet.

» Quant à l'explication du phénomène, M. Decharme pense que les stries périphériques du liquide contenu dans un vase vibrant indiquent les plis correspondants de la paroi, et que, pour les plaques, les réseaux (les réseaux excentriques surtout) décèlent les formes vibratoires des parties sous-jacentes des solides. »

MINÉRALOGIE. — *Séparation des éléments non ferrugineux des roches, fondée sur leur différence de poids spécifique*. Note de M. THOULET.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Le poids spécifique de la plupart des minéraux essentiels des roches varie entre 2,2 et 3. Il en résulte qu'on peut séparer ces minéraux les uns des autres, en les plongeant dans des solutions sans action chimique sur eux, et dont le poids spécifique se trouve compris dans les mêmes limites. Les solutions d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium remplissent ces conditions. En effet, on sait qu'une solution saturée d'iodure de potassium et d'iodure de mercure à la température de 11 degrés fournit un liquide dont la densité est de 2,77; par conséquent, on peut obtenir à l'aide de ces substances des liquides permettant de séparer le quartz d'avec les feldspaths, ceux-ci les uns des autres et tous de les isoler d'avec les minéraux, tels que le pyroxène, le mica, etc., qui possèdent une densité supérieure. Les méthodes d'analyse immédiate, employées jusqu'à ce jour en Minéralogie, avaient échoué devant le problème de la séparation des divers minéraux exempts de fer habituels dans les roches. Le procédé que nous proposons comble cette lacune.

» Pour l'employer commodément nous avons trouvé qu'il était utile d'adopter les dispositions suivantes. L'appareil se compose d'un tube gradué en verre, cylindrique, d'un rayon de 12 à 15 millimètres et haut de

30 centimètres; ce tube se rétrécit à la partie inférieure et se raccorde avec un tube plus petit, portant deux robinets séparés par un espace vide d'environ 1c,5 et auquel est soudé un tube coudé communiquant avec l'extérieur. Le gros tube se bouche par un bouchon en caoutchouc fermant hermétiquement et traversé par un tube ouvert à ses deux extrémités. L'appareil tout entier est supporté par un pied en bois; il est susceptible de s'élever ou de s'abaisser et est placé au-dessus d'un verre à précipité ou d'une capsule en verre.

» La liqueur d'iodure se prépare très-simplement en dissolvant dans l'eau alternativement et jusqu'à refus de l'iodure de potassium et de l'iodure de mercure. Elle offre l'avantage, lorsqu'on l'étend d'eau et que, par conséquent, on diminue sa densité, de ne point éprouver de contraction de volume pratiquement appréciable. Une série d'expériences directes a permis de constater qu'entre les densités calculée et réelle, la différence n'atteint jamais que le troisième chiffre après la virgule.

» Pour analyser une roche, on la pulvérise en grains assez fins pour que leur examen à l'aide d'une forte loupe montre que leur composition minéralogique est bien homogène. Les essais sont plus longs avec une poudre très-fine, mais ils réussissent aussi bien. On a préparé d'avance plusieurs flacons renfermant la liqueur à des degrés de concentration différents. On choisit parmi les grains quelques fragments types qu'on place dans un tube largement ouvert à l'une de ses deux extrémités, et n'ayant à l'autre extrémité qu'un trou très-fin qui permet l'accès du liquide dans le tube, mais qui retient les grains. On plonge ce tube dans des solutions titrées et l'on se rend compte par la chute de divers minéraux de leur densité respective. Cette évaluation rapide du poids spécifique s'exécutant pour chaque roche a pour but d'obvier à un inconvénient, c'est que le poids spécifique d'un même minéral varie entre certaines limites dans des gisements différents, et qu'il est tel cas où l'orthose, par exemple, est plus dense que le quartz, tandis que dans d'autres le caractère est inverse.

» Le poids spécifique des divers minéraux étant ainsi bien connu, on pèsera une certaine quantité de la roche pulvérisée et on la laissera tomber au sein de la liqueur; on fera le vide dans l'appareil à l'aide du petit tube supérieur mis en communication avec une machine pneumatique, de manière à chasser les bulles d'air adhérentes. Les minéraux les plus lourds descendront immédiatement et, quand ils seront réunis, on les soutirera. On calculera le volume d'eau à ajouter à la liqueur type de volume connu pour la ramener à une densité capable de laisser tomber un élément de la

roche à l'exclusion des autres; en insufflant de l'air par le petit tube coudé latéral, on mélangera intimement les deux liquides et l'on procédera ainsi par additions successives d'eau distillée et par soutirages à la séparation qualitative et quantitative de tous les éléments de la roche. Les diverses fractions de la liqueur seront réunies et n'auront besoin que d'être évaporées pour être ramenées à leur densité primitive et pouvoir être utilisées de nouveau.

» L'examen microscopique ou chimique des poudres diverses provenant d'une telle opération justifie l'emploi de la méthode employée. L'attaque des poudres par l'acide fluorhydrique donne particulièrement des renseignements précieux sur les résultats obtenus [1].

» Depuis le jour où j'ai commencé cette série d'études, une publication récente (*Mineralogical Magazine*, novembre 1877) a fait connaître que M. Church avait indiqué un procédé de ce genre comme susceptible de s'appliquer à la séparation d'un grand nombre de minéraux. Le but principal de l'auteur semble avoir été la distinction des pierres employées en joaillerie, tandis que mes recherches, basées sur la non-contraction sensible d'un mélange d'eau et de liqueur, ont pour objet la séparation méthodique des minéraux intégrants des roches par la modification progressive, continue et rigoureuse de la densité d'une même liqueur type au sein de laquelle ils sont contenus. L'appareil de M. Church, tant par ses dispositions générales que par son manque de graduation, se prêterait difficilement à un triage exact, même qualitatif; les expériences auxquelles je viens de me livrer me font espérer que les dispositions adoptées par moi permettent un dosage à la fois qualitatif et quantitatif. »

VITICULTURE. — *Sur l'état des vignes phylloxérées dans la commune de Mezel (Puy-de-Dôme)*. Note de M. **Truchot**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La découverte de l'existence du fléau, dans le département du Puy-de-Dôme, date du 24 mai 1875. A partir du 15 juillet suivant, un traitement

---

[1] Comme exemple des applications de cette méthode, qui ont déjà été faites, je citerai un granite de Réville, qui a donné :

Mica	3,9	à	4,1
Quartz	40	à	42
Feldspath	56	à	54
	99,9		100,1.

au sulfocarbonate de potassium fut appliqué sur les parcelles atteintes et l'on put constater l'heureux effet de ce traitement.

» L'année suivante, 1876, à partir du 20 juillet, un second traitement, semblable au premier, fut décidé et fut suivi d'un résultat aussi avantageux. Il fut constaté que si nous ne faisions pas périr tous les insectes, du moins le mal ne s'étendait pas; bien plus, les vignes atteintes, aux pampres rabougris, que les vignerons s'attendaient à voir périr, avaient repris une vigueur nouvelle et ont donné une récolte passable.

» Deux taches, éloignées du foyer principal de 200 à 300 mètres, furent alors découvertes : elles dataient vraisemblablement de deux ou trois ans, et elles furent traitées à leur tour. Au printemps de cette année 1877, toute la surface envahie a été de nouveau soumise à l'action du sulfocarbonate de potassium, appliqué au moyen de pals qui rendent le traitement plus simple et plus économique. Une seconde application eut lieu au mois de juillet dernier, avec du sulfocarbonate accordé au département par l'Académie des Sciences. Cette fois, par mesure de prudence, nous avons étendu le traitement au delà des limites des taches phylloxérées et 1^{hect},5 environ a reçu l'insecticide.

» La récolte a sans doute été inférieure à celle des vignes non attaquées, mais non pas d'une quantité considérable; pour certaines parties très-endommagées au début, c'est une vraie résurrection : il faut attribuer ce résultat au sulfocarbonate de potassium, qui a agi à la fois comme insecticide pour débarrasser les racines de leurs ennemis, et comme engrais puissant par la potasse qu'il a fournie au sol.

» Est-il possible, par les procédés recommandés et en particulier par celui que nous employons, et qui nous paraît avoir fait ses preuves, de détruire jusqu'au dernier Phylloxera? Je ne le pense pas, il échappera toujours une mère pondeuse ou un œuf, et il faudra compter avec eux. En effet, en octobre dernier, des Phylloxeras aptères ont été trouvés, en petit nombre, sur quelques souches. De plus, à une distance de 200 mètres environ à l'est de la vigne de M. Archambaud, le foyer primitif, deux nouvelles taches ont été découvertes; elles viennent d'être traitées. »

M. Ch. Bivort, M. Garros, M. L. Monier, M. L. Weiff, M. Correcf, M. Lenfranc, M. Mireur, M. J. Marty, M. A. Bidouillat, M. C. Cassius, M. J. Maistre, M. J. Mounier, adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. F. Tisserand prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Le Verrier*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Mallet, MM. H. Lepage et Ch. Patrouillard adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet, dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Théorie de Vesta. Perturbations dépendant de la première puissance des masses perturbatrices.* Note de M. G. Leveau, présentée par M. Faye.

« Dans ses dernières leçons à la Sorbonne, M. Le Verrier, pressentant peut-être que sa Théorie de Saturne ne pourrait pas lui fournir une valeur définitive de la masse de Jupiter, recommandait aux astronomes l'étude complète des quatre petites planètes découvertes au commencement du siècle. Déjà Damoiseau, appliquant aux planètes Cérès et Junon les formules de la *Mécanique céleste*, avait entrepris la détermination de leurs perturbations absolues. Les premiers résultats de son travail ont été publiés dans les additions à la *Connaissance des Temps* pour 1846.

» Parmi les différentes méthodes que l'on peut employer pour former la théorie complète d'une planète, celle que Hansen a développée dans plusieurs Mémoires, insérés dans les publications de l'Académie de Saxe, est regardée, par un grand nombre d'astronomes, comme la plus convenable pour le calcul des perturbations absolues des petites planètes.

» J'ai dû vaincre les difficultés que présente la première application complète d'un nouveau procédé en déterminant, par la méthode de Hansen, les perturbations absolues de la planète Vesta, la plus brillante du système compris entre Mars et Jupiter, et dont on possède une longue suite d'observations méridiennes. L'exécution de ce travail facilitera la théorie plus complexe de la planète Pallas.

» J'ai pris pour base les éléments osculateurs donnés par M. Farley, dans le supplément au *Nautical Almanac* de 1860. Les éléments de Mars

ont été empruntés au tome VI des *Annales de l'Observatoire*. Quant à ceux de Jupiter et Saturne, M. Le Verrier, qui approuvait ce travail, avait bien voulu me les communiquer avant leur publication.

» Désignant par ε l'anomalie excentrique de la planète troublée, par c et c' les anomalies moyennes de la planète troublée et de la planète troublante à l'origine du temps, et par $\mu = \frac{n'}{n}$ le rapport des moyens mouvements des deux planètes, on trouve pour les expressions complètes de *l'anomalie moyenne troublée*, *de la perturbation du logarithme du rayon vecteur* (calculé lui-même avec l'anomalie corrigée) *et de la perturbation perpendiculaire au plan de l'orbite* les résultats suivants :

Vesta. — Époque : 1856, décembre 17,0, t. m. Paris.

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
0	0	194° 2′ 29″, 55		+ 115″, 72		− 0″, 72	
0	0	+ 977″, 604 30 nt		− 0″, 034 76 nt		+ 0″, 168 66 nt	
1	0	+ 148″, 55	− 538″, 07	+ 272″, 34	+ 73″, 93	+ 14″, 77	+ 15″, 15
1	0	− 4″, 532 60 nt	+ 0″, 767 44 nt	− 0″, 385 29 nt	− 2″, 266 30 nt	− 1″, 870 06 nt	− 1″, 337 85 nt
2	0	− 3,55	+ 12″, 21	− 0,05	− 0″, 14	− 0″, 05	+ 0″, 16
2	0	+ 0″102 19 nt	− 0″, 017 38 nt				
3	0	+ 0,01	− 0,01	+ 0,01	0,00	0,00	− 0″, 01

(Les perturbations sont exprimées en centièmes de seconde.)

Jupiter et Vesta. $\log \mu = \bar{1},4856945$

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
−2	−1	− 5	− 2	− 1	+ 2	− 3	− 1
−1	−1	+ 82	+ 36	+ 38	− 58	+ 139	+ 41
0	−1	+ 1404	+ 2259	+ 171	+ 56	+ 314	− 47
1	−1	+ 9708	+ 6268	− 2308	+ 3580	− 139	+ 181
2	−1	− 145	+ 15	− 92	+ 33	+ 51	+ 122
3	−1	− 1	− 11	+ 6		− 3	− 5
−1	−2	+ 6	− 6	− 3	− 4	+ 13	− 8
0	−2	+ 246	− 42	+ 69	+ 145	+ 178	− 204
1	−2	+ 14786	− 5322	+ 1650	+ 4203	− 262	+ 471
2	−2	+ 11713	− 5988	+ 3724	+ 7312	+ 35	+ 96
3	−2	− 344	+ 135	+ 19	− 23	− 27	− 4
4	−2	+ 3	+ 2	− 1	+ 2	+ 1	
−1	−3	+ 3	− 2	− 1		+ 1	− 2
0	−3	+ 19	− 118	+ 44	+ 79	+ 46	− 246
1	−3	+ 32784	− 33463	+ 2987	+ 2576	− 73	+ 46
2	−3	+ 16277	− 23897	+ 12559	+ 8646	+ 760	+ 1286
3	−3	− 496	+ 1921	− 1014	− 81	− 17	
4	−3	+ 16	− 37	− 4	+ 11	+ 5	− 6
5	−3	− 1			− 1		
0	−4	+ 4	+ 5	− 2	− 4	+ 6	+ 14
1	−4	+ 260	− 668	− 241	− 44	+ 38	+ 41
2	−4	− 208	+ 4007	− 1750	− 59	− 207	− 142
3	−4	+ 404	+ 843	− 626	+ 256	− 62	+ 1
4	−4	− 234	− 190	+ 134	− 184	+ 2	− 4
5	−4	+ 2	+ 8	− 2	− 5	+ 1	+ 2
0	−5	+ 1				+ 1	+ 1
1	−5	+ 4	− 20	− 19	+ 7	+ 12	+ 4
2	−5	+ 388	+ 658	− 208	+ 139	− 31	− 5
3	−5	+ 475	+ 344	− 220	+ 285	− 51	+ 24
4	−5	− 219	− 41	+ 28	− 156	+ 7	− 12
5	−5	+ 72	− 26	+ 24	+ 57	+ 1	+ 1
6	−5	− 2	− 2	+ 2	+ 1	− 1	
1	−6	+ 5	− 3	− 3	+ 1	+ 5	− 2
2	−6	+ 552	+ 259	− 30	+ 87	− 3	− 1
3	−6	+ 541	+ 36	− 23	+ 292	− 35	+ 46
4	−6	− 108	+ 35	− 23	− 68	+ 1	− 11
5	−6	+ 41	− 46	+ 36	+ 32	+ 2	+ 3
6	−6	− 5	+ 22	− 18	− 3	− 1	
7	−6	+ 1		− 1	+ 1		

JUPITER ET VESTA (suite). $\log \mu = 1,4856945$.

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
1	− 7				− 1	− 1	+ 1
2	− 7	+ 89	− 8	− 5	− 15	− 1	+ 3
3	− 7	− 177	+ 104	− 50	− 82	+ 3	− 19
4	− 7	− 23	+ 33	− 22	− 19	− 2	− 6
5	− 7	+ 7	− 30	+ 22	+ 6	+ 3	+ 2
6	− 7	+ 6	+ 19	− 16	+ 5	− 1	
7	− 7	− 5	− 5	+ 4	− 5		
8	− 7				− 1		
2	− 8	+ 1		− 1	− 1		+ 1
3	− 8	− 11	+ 24	− 9	− 4	− 1	− 2
4	− 8	− 2	+ 20	− 12	− 1	− 2	− 2
5	− 8	− 4	− 12	+ 8	− 2	+ 2	
6	− 8	+ 8	+ 8	− 6	+ 6	− 1	
7	− 8	− 7	− 2	+ 2	− 6		
8	− 8	+ 2	− 1	+ 1	+ 2		
3	− 9	+ 2	+ 16	− 3	+ 1		
4	− 9	+ 6	+ 11	− 6	+ 3	− 2	
5	− 9	− 4	− 3	+ 2	− 2	+ 1	
6	− 9	+ 4	+ 1	− 1	+ 3		+ 1
7	− 9	− 4	+ 1	− 1	− 3		
8	− 9	+ 2	− 2	+ 2	+ 2		
9	− 9		+ 1	− 1			
3	−10	+ 20	+ 7		− 2		
4	−10	− 15	− 7	+ 3	− 8	+ 2	− 1
5	−10	− 1			− 1		
6	−10	+ 2			+ 1		
7	−10	− 1	+ 1	− 1	− 1		
8	−10	+ 1	− 1	+ 1	+ 1		
9	−10		+ 1	− 1			
4	−11	− 1					
5	−11	− 1					
6	−11						
7	−11		+ 1				
8	−11		− 1	+ 1			
9	−11		+ 1				
5	−13		+ 1	− 1			

SATURNE ET VESTA. $\log \mu = \bar{1},0906610$.

ε	$c' + \mu c - \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
−1	− 1	+ 2	+ 17	+ 10	− 1	+ 3	+ 6
0	− 1	− 25	+211	− 2	− 4	+ 1	+ 1
1	− 1	−138	+419	−188	− 62	− 6	+ 5
2	− 1	+ 5	− 10	+ 1	+ 1	− 1	+ 1
−1	− 2		+ 1				+ 1
0	− 2	− 8	+ 24	− 10	− 8	− 1	+ 5
1	− 2	−284	+381	−168	−126	+ 5	− 28
2	− 2	−123	+153	−110	− 89		
3	− 2	+ 4	− 5	+ 1			
0	− 3		+ 3	− 2	− 2		+ 1
1	− 3	− 68	+ 80	− 32	− 28	+ 2	− 5
2	− 3	− 54	+ 54	− 36	− 35	+ 1	− 2
3	− 3	+ 15	− 10	+ 7	+ 11		
0	− 4		+ 1				
1	− 4	− 14	+ 13	− 5	− 5		− 1
2	− 4	− 17	+ 13	− 8	− 10	+ 1	− 1
3	− 4	+ 7	− 4	+ 2	+ 5		
4	− 4	− 2	+ 1		− 2		
1	− 5	− 3	+ 3	− 1	− 1		
2	− 5	− 5	+ 3	− 2	− 3		
3	− 5	+ 2	− 1	+ 1	+ 1		
4	− 5	− 1			− 1		
1	− 6	− 1					
2	− 6	− 1	+ 1		− 1		
2	− 7	− 1					

MARS ET VESTA. $\log \mu = 0,2854979$.

ε	$c' - \mu c + \mu\varepsilon$	$n_0 z$ cos.	$n_0 z$ sin.	ν cos.	ν sin.	$\frac{u}{\cos i_0}$ cos.	$\frac{u}{\cos i_0}$ sin.
0	− 1	− 3					
1	− 1	+116	− 8	− 2	− 48		− 6
2	− 1	+ 89	−943	+ 45	+ 1	− 1	
3	− 1	+ 3	+ 2		+ 2	+ 4	− 1
2	− 2	− 3	− 9	− 6	+ 1		
3	− 2	+ 82	+ 65	+ 29	− 36	+ 3	− 3
4	− 2	+147	+ 2	+ 2	+ 11		
5	− 2	− 1	+ 1				
3	− 3	+ 1			− 1		
4	− 3	+ 3	− 5	− 3	− 2		
5	− 3	+ 3	+ 30	+ 12	− 2	+ 1	
6	− 3	+ 16	+ 17	− 1	+ 2		
5	− 4	+ 1	+ 1		− 1		
6	− 4	+ 2	− 1		− 2		
7	− 4	− 6	+ 7	+ 3	+ 2		
8	− 4		+ 5	− 1			
7	− 5		+ 1				
8	− 5	+ 1	+ 1		− 1		
9	− 5	− 3	+ 1		+ 1		
10	− 5	− 1	+ 1				
10	− 6		+ 1				
11	− 6	− 1	− 1				

» Dans une Communication ultérieure, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les perturbations du second ordre par rapport aux masses. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions spéciales au contour des plaques.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

« L'Académie voudra bien me permettre de revenir encore sur cette question, la plus délicate peut-être dont les géomètres se soient occupés dans la théorie de l'élasticité, et que la discussion actuelle me semble propre à éclaircir complétement.

» 1. Et d'abord, je regarde comme acquis les deux points suivants, traités dans ma première Note (*Comptes rendus*, 17 décembre 1877, p. 1159): le second est accordé par M. Maurice Levy, et le premier n'a été abordé par lui, ni dans sa Note du 31 décembre 1877, ni dans celle du 4 février courant. 1° Les termes complémentaires qu'introduit M. Levy à côté de ceux que l'on connaissait, dans l'intégrale de chaque problème particulier, sont insignifiants à quelque distance du bord de la plaque; car leur somme décroît à fort peu près, le long d'un chemin n normal au contour, comme l'exponentielle $e^{-\frac{\pi n}{2\varepsilon}}$, où 2ε désigne la petite épaisseur de la plaque. 2° La méthode qui les a donnés à M. Levy ne fournit pas seulement une solution conforme aux conditions de Poisson : elle en donne une infinité, différant entre elles de quantités comparables à ce dont elles diffèrent de la solution plus simple dont il vient d'être parlé, trouvée par Kirchhoff, qui n'y emploie que les intégrales classiques. La solution la plus générale ainsi obtenue permet de se donner arbitrairement, non-seulement le couple de flexion, l'effort tranchant et le couple de torsion, comme le demandent les conditions de Poisson, mais même la distribution, aux divers points de chaque génératrice du cylindre contournant, des pressions extérieures dont le couple de torsion est l'équivalent statique. Ainsi les conditions de Poisson, trop nombreuses quand on se borne à la solution approchée la plus simple, le sont au contraire trop peu et laissent le problème indéterminé, dès qu'on demande une solution plus exacte.

» 2. Il est certain que les conditions de Poisson résultent rigoureusement de celles, en nombre infini, dont une théorie exacte aurait à tenir compte, et qui consisteraient à égaler les trois composantes de la pression intérieure, le long de chaque génératrice du cylindre contournant, à trois fonctions arbitraires de z représentant les composantes analogues de la pression extérieure. Mais il reste à voir si ces diverses conditions sont toutes *obligatoires* pour une théorie *approchée*. Or M. Levy renonce à donner la théorie exacte, par le fait même que la plus générale de ses intégrales ne contient

qu'une fonction arbitraire de z, au lieu des trois qu'il faudrait. Dès lors, pour lui comme pour tout le monde, la question est de savoir si, parmi les conditions définies ou leurs combinaisons, quelques-unes seulement correspondent aux déformations générales éprouvées par la plaque, tandis que les autres, en nombre infini, exprimant des détails peu importants du mode de distribution des actions extérieures dans chaque région du contour, correspondraient à des perturbations locales négligeables pour le physicien. Une théorie approchée n'aurait à tenir compte que des premières, et le géomètre y profiterait de l'indétermination ainsi introduite, pour réduire l'intégrale au type le plus simple qui les vérifierait. *Rien ne peut dispenser de cette discussion;* car, jusqu'à ce qu'elle soit faite, il y a lieu de craindre que les types *connus* les plus généraux d'intégrales ne permettent pas de satisfaire à toutes les conditions *importantes*, et, par suite, ne donnent pas, même en pratique, *la plus grossière approximation*. Le problème de Poisson n'est qu'un problème artificiel, lorsqu'on refuse, comme M. Levy, d'y faire le discernement dont il s'agit.

» Force est donc de recourir au principe qui rend possible ce discernement, et qui d'ailleurs ne paraît pas moins certain au bon sens que les bases même de la théorie de l'élasticité; puisqu'il consiste à dire que des forces extérieures en équilibre sur un solide élastique, et appliquées toutes à l'intérieur d'une sphère donnée, ne produisent pas de déformations sensibles à des distances de cette sphère très-grandes par rapport à son rayon. On ne peut guère qualifier un tel principe d'*empirique :* le fût-il, que notre science, tout en regrettant de ne l'avoir pas encore déduit des équations générales de l'élasticité, devrait s'en contenter, car elle n'a pas trop de tous ses moyens de connaître. Or il justifie, *au même degré :* 1° la réduction des forces s'exerçant sur le contour d'une plaque mince fléchie à des couples de flexion, des efforts tranchants et des couples de torsion; 2° la fusion de ceux-ci, par une rotation de 90 degrés, dans les efforts tranchants. Pourvu que le résultat de cette fusion (résultat qu'on peut appeler *effort tranchant total*) et le couple de flexion soient les mêmes en chaque région du contour, dans deux systèmes de forces extérieures, ces deux systèmes produisent les mêmes effets généraux sur la plaque, vu que (abstraction faite de perturbations localisées sur le contour) ils sont tous les deux équivalents à un même système type où les couples de torsion seraient nuls. Quant aux efforts tranchants et aux couples de torsion pris à part, ils restent des fictions sans valeur pratique : inutiles dans une théorie approchée, qu'intéresse seulement le résultat de leur fusion, ils ne le seraient pas

moins dans une théorie exacte, où l'on s'occuperait des pressions *individuelles* exercées aux divers points d'une génératrice du cylindre contournant, sans avoir à les composer en une force et un couple. D'ailleurs, les fondre ensemble, avec M. Kirchhoff, c'est simplement réduire à leur plus simple expression, comme il vient d'être dit (n° 1), les propres résultats obtenus par M. Lévy, *en les débarrassant des petits termes que les conditions de Poisson ne suffisent pas à déterminer.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les conditions pour qu'une forme quadratique de n différentielles puisse être transformée de façon que ses coefficients perdent une partie ou la totalité des variables qu'ils renferment.* Note de M. **Maurice Levy.**

« Soit une forme quadratique des différentielles $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ de n variables indépendantes x_i

$$(1)\qquad \frac{1}{2}\sum_{ij} a_{ij}dx_i dx_j,$$

dont les coefficients $a_{ij} = a_{ji}$ sont des fonctions de ces variables. Il s'agit : 1° au moyen d'opérations purement différentielles, effectuées sur les fonctions données a_{ij}, de reconnaître si, par un changement convenable des variables, on peut transformer l'expression (1) en une autre

$$(1')\qquad \frac{1}{2}\sum_{ij} a'_{ij}dx'_i dx'_j,$$

dont les coefficients a'_{ij} ne contiennent plus que $n-k$ des nouvelles variables; 2° de trouver les nouvelles variables x'_i qui résolvent le problème toutes les fois qu'il a été reconnu possible.

» Soit Δ le discriminant de la forme donnée, c'est-à-dire le déterminant

---

(1) Le système proposé de pressions extérieures pouvant être remplacé, dans le calcul des effets généraux produits, par un autre où les couples de torsion sont nuls, et M. Levy admettant d'autre part que, avec ce dernier système, les couples de torsion ne s'annulent pas à l'intérieur, quoiqu'ils s'annulent à la surface, il ne reste rien de la prétendue objection, fruit de quelque malentendu, d'après laquelle je devrais, à mon point de vue, annuler partout les couples de torsion. Inutile d'ajouter que les modes de déformation pour lesquels les couples de torsion s'annulent sur tout le cylindre contournant ne sont qu'un type servant à reconnaître l'équivalence des autres modes : ils diffèrent de ceux que représentent les intégrales classiques, et les forces N, T doivent y avoir des expressions très-complexes, encore inconnues dans leur forme générale.

symétrique formé par les lettres a_{ij}; posons $\frac{1}{\Delta}\frac{d\Delta}{da_{ij}} = A_{ij}$; enfin, z étant une fonction quelconque des n variables données x_i, désignons par les lettres p_i, ses n dérivées partielles $\frac{dz}{dx_i}$.

» Quelles que soient les nouvelles variables x'_i, désignons par Δ', A'_{ij}, p'_i les quantités analogues à Δ, A_{ij}, p_i relatives à la forme (1').

» Il résulte des propriétés élémentaires des formes quadratiques que l'équation à dérivées partielles du premier ordre

$$\sum_{ij} A_{ij} p_i p_j = H = \text{const.}, \tag{2}$$

par la substitution de nouvelles variables quelconques x'_i à celles x_i, se transforme en la suivante :

$$\sum_{ij} A'_{ij} p'_i p'_j = H. \tag{2'}$$

» Nous l'appellerons l'*équation corrélative* de la forme donnée.

» Cela étant, nous allons démontrer le théorème suivant :

» Théorème. — *Pour qu'une forme quadratique des différentielles de n variables indépendantes, dont les coefficients sont des fonctions de ces variables, puisse être transformée de façon que les nouveaux coefficients ne renferment plus que $n-k$ variables, il faut et il suffit que, parmi les systèmes en nombre infini de $n-1$ équations qu'il est possible d'adjoindre à l'équation à dérivées partielles corrélative de cette forme, pour l'intégrer par la méthode de Jacobi, il s'en trouve un comprenant k équations linéaires.*

» Pour démontrer cette proposition, je m'appuierai sur ce lemme qui n'a peut-être pas encore été démontré, mais qui est vrai et que je supposerai établi : étant données deux fonctions F et f de n variables indépendantes x_i et des n dérivées partielles p_i, le crochet (F, f) est un invariant *absolu*.

» Cela admis, je dis d'abord que la condition indiquée est nécessaire. En effet, supposons qu'on ait pu changer la forme (1) en une autre (1') dont les coefficients ne contiennent plus que $n-k$ des variables x'_i, par exemple, celles x'_j dont l'indice est supérieur à k, tandis qu'ils sont indépendants de celles x'_s dont l'indice est égal ou inférieur à k. Les coefficients A'_{ij} de l'équation à dérivées partielles (2') jouiront de la même propriété. Si donc on écrit les k équations

$$p'_s = C_s = \text{const.} \; (s = 1.2.3\ldots k), \tag{3'}$$

on aura identiquement $(H, C_s) = 0$, $(C_s, C_{s'}) = 0$.

» Revenons maintenant aux variables données x_i; l'équation (2′) se changera en celle (2); les équations linéaires (3′) resteront linéaires de la forme

$$(3)\qquad \sum P_i^s p_i = C_s \; (s = 1.2.3\ldots k),$$

et comme, en vertu du lemme invoqué, les crochets (H, C_s) et $(C_s, C_{s'})$ ne sont pas modifiés par ce changement de variables, ils seront encore identiquement nuls pour les équations (2) et (3).

» Je dis maintenant que réciproquement, si les quantités (H, C_s) et $(C_s, C_{s'})$ sont identiquement nulles pour l'équation (2) et un système de k équations linéaires (3), la forme (1) pourra, par un changement convenable des variables, être transformée en une autre (1′) dont les coefficients ne contiendront plus que $n-k$ variables.

» En effet, puisque, par hypothèse, les quantités $(C_s, C_{s'})$ sont identiquement nulles, le système des k équations (3) admet une solution commune avec $n-k$ constantes arbitraires, et cela quelles que soient les constantes C_s. Soit $z = x'_s$ $(s = 1.2.3.\ldots k)$ une solution particulière commune à ces équations répondant à la valeur 1 de la constante C_s et à des valeurs nulles des $k-1$ constantes $C_{s'}$ d'indices s' différents de s. Il est clair que $z = \sum_{s=1}^{s=k} C_s x'_s$ sera une solution particulière commune, quelles que soient les constantes C_s, et la solution commune générale s'obtiendra en ajoutant à cette solution particulière la solution générale des équations (3) privées de leurs seconds membres.

» Ces équations, privées de leurs seconds membres, forment un système jacobien, admettant $n-k$ solutions communes distinctes. Soient x'_{k+1}, $x'_{k+2}, \ldots, x'_n$ ces solutions; la solution générale sera une fonction arbitraire φ de ces quantités, en sorte que la solution commune générale des équations (3) avec leurs seconds membres sera

$$(4)\qquad z = \sum_{s=1}^{s=k} C_s x'_s + \varphi(x_{k+1}, x'_{k+2}, \ldots, x'_n).$$

Prenons les n quantités x'_i qui entrent dans cette équation pour nouvelles variables à la place des variables x_i; la forme (1) se changera en une forme (1′); l'équation (2) en celle (2′); quant aux k équations (3), il est aisé de voir qu'elles se changeront simplement en les équations (3′). Or, les crochets (H, C_s) des équations (2) et (3) étant, par hypothèse, iden-

tiquement nuls, il en est de même, en vertu du lemme déjà rappelé, des crochets de même nom formés avec les équations (2′) et (3′). Mais ces derniers crochets sont simplement $\sum_{ij} \frac{dA'_{ij}}{dx'_s} p_i p'_j = 0$ ($s = 1, 2, 3, \ldots k$).

» Pour que le premier membre soit identiquement nul, il faut que chacun des coefficients $\frac{dA'_{ij}}{dx'_s}$ qui y entrent le soit; donc tous les coefficients A'_{ij} sont indépendants des k variables x'_s.

» Il résulte d'ailleurs des propriétés élémentaires des déterminants que les a'_{ij} se déduisent des A'_{ij} par les équations linéaires $\sum_j A'_{ij} a'_{i'j} = 1$ ou 0, selon que i' est égal ou non à i; donc les coefficients a'_{ij} de la forme (1) sont eux-mêmes indépendants des k variables x'_s, ce qu'il fallait démontrer, et la démonstration donne en même temps le moyen de trouver les variables x'_i, qui fournissent le résultat demandé.

» *Remarque.* — Pour qu'une forme quadratique de n différentielles puisse être transformée de façon que ses coefficients perdent toutes les variables qu'ils renferment, il faut et il suffit qu'il existe un système jacobien de n équations linéaires de la forme (3), *algébriquement* compatible avec l'équation (2). Ce cas particulier a été étudié d'une autre manière par MM. Christoffel et Lipschitz. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule sommatoire de Maclaurin et les fonctions interpolaires.* Note de M. **Genocchi**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans une *Note sur quelques formules sommatoires*, parue en 1855 (Rome, *Annales de Tortolini*), j'avais retrouvé la formule de Maclaurin et les théorèmes de M. Malmsten, par un procédé qui me semble digne d'attention. Ayant, par le théorème de Taylor,

$$f(x + \alpha h) = f(x) + \frac{\alpha h}{1} f'(x) + \frac{\alpha^2 h^2}{1.2} f''(x) + \ldots$$
$$+ \frac{\alpha^n h^n}{1.2\ldots n} f^n(x) + \int_0^{\alpha h} \frac{(\alpha h - z)^n}{1.2\ldots n} D_x^{n+1} f(x+z)\,dz,$$

j'intègre par Σ les deux membres par rapport à α considérée comme une variable indépendante de x, et, dans chaque intégrale aux différences finies, je retiens seulement le coefficient de la première puissance de α. Je

pose, en outre,

$$\Delta x = 1, \quad \Delta x = h, \quad \Sigma f(x) = F(x);$$

d'où

$$f(x) = F(x+h) - F(x),$$

et, par suite,

$$\Delta_\alpha F(x+\alpha h) = F(x+\alpha h+h) - F(x+\alpha h) = f(x+\alpha h),$$

ce qui donne

$$F(x+ah) = \Sigma_\alpha f(x+\alpha h) + X,$$

X étant une fonction de x seulement. Ainsi les coefficients de α dans $\Sigma_\alpha f(x+\alpha h)$ et $F(x+\alpha h)$ auront pour valeur commune $hF'(x)$. D'ailleurs, on vérifie aisément que, si l'on nomme B_0, B_1, B_2, B_3, ... les coefficients de α dans les valeurs des intégrales $\Sigma\alpha$, $\Sigma\alpha^2$, $\Sigma\alpha^3$, ..., B_0 sera $-\frac{1}{2}$, B_1, B_3, B_5, ... seront les nombres de Bernoulli, et B_2, B_4, B_6, ... seront tous égaux à zéro. On en conclut

$$hF'(x) = f(x) + B_0\frac{h}{1}f'(x) + B_1\frac{h^2}{1.2}f''(x) + B_3\frac{h^4}{1.2.3.4}f^{\text{IV}}(x) + \ldots$$
$$+ B_{n-1}\frac{h^n}{1.2\ldots n}f^n(x) + R_n,$$

où R_n désigne le coefficient de α dans l'intégrale

$$\Sigma_\alpha \int_0^{\alpha h} \frac{(\alpha h - z)^n}{1.2\ldots n} D_x^{n+1} f(x+z)\,dz,$$

et de là se tire la formule de Maclaurin en remplaçant $f(x)$ par $\int f(x)dx$ et $F'(x)$ par $F(x)$ ou $\Sigma f(x)$. On obtient la forme dont a fait usage M. Malmsten en prenant la différence finie de chaque terme de l'équation précédente par rapport à x. Alors les deux derniers termes deviennent

$$B_{n-1}\frac{h^n}{1.2\ldots n}\Delta f^n(x) + \Delta_x R_n,$$

et se réduisent sans peine au coefficient de α dans l'expression

$$-\int_0^h \left[\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + h - z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}\right] D_x^{n+1} f(x+z)\,dz.$$

» Ainsi la fonction $\varphi(h-z)$ de M. Malmsten sera le coefficient de α dans l'intégrale $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + h - z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}$, et $\varphi(z)$ sera le coefficient de α dans $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + z)^n - \alpha^n h^n}{1.2\ldots n}$, en supposant $n = 2m$.

» Soit Z_n le coefficient de α dans $\Sigma_\alpha \frac{(\alpha h + z)^n}{1.2\ldots n}$; pour $z = 0$ et $z = h$, on a

$$Z_n = \frac{B_{n-1} h^n}{1.2\ldots n};$$

pour $z = \frac{1}{2} h$, Z_n sera le coefficient de α dans $\frac{1}{1.2\ldots n}\left(\frac{h}{2}\right)^n \Sigma(2\alpha+1)^n$, ou dans $\frac{1}{1.2\ldots n}\left(\frac{h}{2}\right)^n [2\Sigma\alpha^n - \Sigma(2\alpha)^n]$, et partant

$$Z_n = -\frac{(2^n - 2) B_{n-1} h^n}{1.2\ldots n.2^n}.$$

On a de plus

$$\frac{dZ_n}{dz} = Z_{n+1},$$

et joignant à cela les relations $\varphi(z) = Z_{2m} - \frac{B_{2m-1} h^{2m}}{1.2\ldots 2m}$, $\frac{d\varphi(z)}{dz} Z_{2m+1}$, on déduit facilement du théorème de Fourier les propriétés de $\varphi(z)$, découvertes par M. Malmsten.

» Dans la même Note de 1855, j'indiquais un procédé analogue pour établir les autres *Analogies des différences et des intégrales avec les puissances.*

» Pour les formules d'interpolation, j'ai aussi employé des intégrales multiples semblables à celles dont vous avez fait usage. Dans les *Archives de Grunert*, t. XLIX, 3e cahier, j'ai donné la formule

$$\Delta^n f(x)$$
$$= hh_1\ldots h_{n-1}\int_0^1\int_0^1\cdot\cdot\int_0^1 f^n(x+th+t_1h_1+\ldots+t_{n-1}h_{n-1})dt\,dt_2\ldots dt_{n-1},$$

où $h, h_1, \ldots, h_{n-1}$ sont les accroissements successifs, égaux ou inégaux, de la variable x, et j'ai montré comment on pouvait en déduire une expression du reste de la formule particulière d'interpolation due à Newton. J'ai depuis continué ces recherches et j'ai exprimé par les intégrales multiples les *fonctions interpolaires*, introduites par Ampère et étudiées par Cauchy, à savoir les fonctions $f(a, b) = \frac{f(a) - f(b)}{a - b}$, $f(a, b, c) = \frac{f(a, b) - f(a, c)}{b - c}$, ... J'ai trouvé

$$f(a, b) = \int_0^1 f'[a + (b - a)t]\,dt,$$

$$f(a, b, c) = \int_0^1\int_0^1 t f''[a + (b - a)t + (c - b)tu]\,dt\,du, \ldots;$$

en général, si l'on a n quantités $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et qu'on pose $a_2 - a_1 = h_1$,

$a_1 - a_2 = h_2, \ldots, a_n - a_{n-1} = h_{n-1}$, la fonction interpolaire de $n^{ième}$ ordre, $f(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, sera

$$\int_0^1 \int_0^1 \cdots \int_0^1 t_1^{n-2} t_2^{n-3} \ldots t_{n-2}$$
$$\times f^{n-1}(a_1 + ht_1 + h_2 t_1 t_2 + \ldots + h_{n-1} t_1 t_2 \ldots t_{n-1}) dt_1\, dt_2 \ldots dt_{n-1},$$

ou encore

$$\int\int \ldots \int f^{n-1}(a_1 t_1 + a_2 t_2 + \ldots + a_n t_n) dt_1\, dt_2 \ldots dt_{n-1},$$

sous la condition $t_1 + t_2 + \ldots + t_n = 1$, $t_1, t_2, \ldots, t_n$ étant positives ou nulles. »

PHYSIQUE. — *Sur les téléphones Bell et les téléphones à ficelle.* Note de M. **Antoine Bréguet**, présentée par M. Jamin.

« Ayant voulu me rendre compte de l'influence que l'épaisseur de la plaque de fer doux pouvait exercer sur la réception des sons par le téléphone Bell, j'ai été conduit à essayer des plaques de plus en plus épaisses, et je me suis aperçu bientôt que leur épaisseur n'avait pour ainsi dire pas de limites; car je réussis à entendre les sons provenant d'un téléphone éloigné à travers des épaisseurs de fer de 15 centimètres et plus.

» Le téléphone transmetteur fonctionnait à la manière de l'avertisseur de M. Blondelot, c'est-à-dire que l'une des branches d'un diapason vibrait à proximité du pôle actif d'un téléphone Bell dont j'avais retiré la plaque. Mais j'avais disposé le diapason, à la Mercadier, de façon qu'il vibrât d'une manière continue sous l'influence d'un courant de pile, comme une sonnerie trembleuse.

» A ce propos, je signalerai cette disposition comme la plus propre à un réglage précis et rapide des téléphones Bell. Il n'est pas besoin, dans ce cas, de se mettre à deux pour effectuer ce réglage, et la note du diapason se renforce graduellement lorsqu'on approche l'aimant de la plaque, jusqu'au moment où, le contact le plus léger s'établissant, le son subit brusquement de profondes altérations, et cesse de se produire si le contact est rendu plus intime.

» Après avoir perçu nettement dans le récepteur la note émise à l'autre station, je superposai au fer du bois, du caoutchouc et en général des substances quelconques, sans cesser d'entendre la note. Ce n'est pas l'expérience de Page que l'on peut invoquer ici comme explication du phéno-

mène, car sans fer doux aucun son sensible n'est perçu; l'aimant et la bobine ne suffisent donc pas à lui donner naissance.

» Mais chaque changement d'état magnétique du barreau produit, dans une masse de fer voisine, un ébranlement magnétique qui se transforme en un ébranlement mécanique, et ce dernier se propage alors, par diffusion, dans toutes les substances faisant corps avec la masse de fer.

» J'ai pensé ensuite que, en vertu de l'égalité de l'action et de la réaction, on devait percevoir des sons par le barreau aimanté du téléphone, comme par la plaque de fer doux.

» Ainsi tous les points d'un téléphone, aussi bien le manche, les bornes de cuivre, la coquille, etc., que la plaque, peuvent servir à faire entendre des sons.

» Pour réaliser expérimentalement ce phénomène, j'ai employé le jouet d'enfant bien connu, appelé *téléphone à ficelle*. J'ai pris pour point d'attache de la ficelle un point quelconque du téléphone Bell, et j'ai pu correspondre facilement, en me servant du cornet à membrane de parchemin, avec une personne se servant d'un téléphone Bell.

» On conçoit ainsi qu'en reliant à des points quelconques d'un téléphone Bell un certain nombre de cornets à ficelle, un nombre égal de personnes pourra entendre, comme une seule personne pouvait le faire jusqu'ici, ce qui se dit dans l'appareil Bell transmetteur ou dans des cornets à ficelle qui soient solidaires avec lui.

» Afin de rendre le téléphone à ficelle plus pratique qu'il ne l'était, j'ai cherché à lui donner la possibilité de subir des supports, afin de soutenir de place en place une grande longueur de fil en ligne droite, et aussi afin de pouvoir faire tracer des angles au fil.

» J'ai atteint ce but avec facilité en fixant au centre d'une membrane de parchemin le sommet des angles formés par deux ou plusieurs ficelles. Le son porté par l'une d'elles se propage alors dans toutes les autres.

» Si l'on fait passer la ficelle à travers les centres des membranes, celles-ci serviront de supports pour les longues portées rectilignes; je crois m'être rencontré avec M. Lartigue pour cette dernière disposition.

» J'ai aussi employé de véritables relais pour atteindre au même but, en faisant aboutir les fils à des membranes qui fermaient les deux ouvertures d'un cylindre de laiton. Ce cylindre joue le rôle d'un tube acoustique ordinaire. Sa forme peut être quelconque : on peut donc ainsi réaliser également des supports, et franchir des angles ».

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la téléphonie.* Note de M. G. Salet, présentée par M. Wurtz.

« Le problème général de la téléphonie, c'est-à-dire de la transmission lointaine de la parole, semble d'abord se confondre avec celui-ci : rendre les mouvements d'une membrane solidaires de ceux d'une autre membrane située à une grande distance, de telle sorte qu'à tout déplacement de la première corresponde dans la seconde un déplacement proportionnel et dans le même sens. Si l'on attache les deux membranes par un fil inextensible, on rend les déplacements égaux, c'est la solution la plus parfaite des deux problèmes.

» Grâce à l'admirable instrument de M. Bell, on peut faire voir aujourd'hui que ces deux problèmes ne sont pas identiques. Ils n'ont pas le même degré de généralité. Le téléphone transmet fort bien la parole et, en général, les mouvements vibratoires analogues à ceux du pendule ; mais la membrane recevante peut exécuter de tous autres mouvements que la membrane expéditrice. Si, par exemple, celle-ci reste immobile pendant un certain temps dans une *position quelconque,* la membrane recevante sera ramenée, pendant ce temps, à la *position d'équilibre,* la ligne n'étant alors traversée par aucun courant.

» Il m'a paru intéressant de construire un téléphone dans lequel les mouvements des deux membranes soient absolument solidaires, et pour cela j'ai mis à profit la grande résistance électrique des liquides. M. Bell avait déjà obtenu quelques résultats en attachant à la membrane vibrante un fil de platine communiquant avec une pile et plongeant, plus ou moins, dans de l'eau acidulée contenue dans un vase métallique relié lui-même, par la ligne, au téléphone receveur. J'ai substitué au fil de platine un petit levier d'aluminium portant une lame de platine ; à une très-faible distance de celle-ci, s'en trouvait une seconde en relation avec la ligne. Les vibrations de la membrane, triplées ou quadruplées dans leur amplitude, ne sont pas altérées dans leur forme, grâce à la petitesse et à la légèreté du levier ; elles déterminent, dans l'épaisseur de la couche liquide traversée par le courant, et, par suite, dans l'intensité de celui-ci, des variations, lesquelles en occasionnent de semblables dans la force attractive de l'électro-aimant récepteur. Sous son influence la membrane recevante exécute des mouvements solidaires de ceux de la membrane expéditrice. Le son transmis est très-net et,

résultat auquel on pouvait s'attendre, le timbre est parfaitement conservé. Les consonnes cependant n'ont pas tout le *mordant* de celles transmises par l'instrument de M. Bell : c'est un inconvénient qui apparaît surtout quand le levier est un peu lourd ; on pourrait facilement le faire disparaître. L'électrolyse produit en outre un bruissement continu qui ne nuit guère à la netteté du son.

» Comme dans ce système de téléphonie on ne demande pas à la voix de *produire*, mais seulement de *diriger*, le courant électrique engendré par une pile, on peut théoriquement augmenter à volonté l'intensité du son reçu. En réalité, j'ai pu faire rendre au récepteur des sons très-forts, et il semble que cet avantage compense largement la nécessité d'employer une pile et un appareil expéditeur assez délicat. Malheureusement la transmission ne peut se faire à des distances un peu considérables. Supposons qu'un certain déplacement de la membrane expéditrice détermine dans la résistance le même accroissement que 500 ou 600 mètres de fil. Si la ligne a 500 mètres, l'intensité du courant se trouvera réduite de moitié et la membrane recevante prendra une nouvelle position, notablement différente de la première ; mais, si la ligne a 500 kilomètres, l'intensité du courant ne sera modifiée que d'un millième ; il faudrait donc employer une pile énorme pour que cette variation se traduisît par un changement sensible dans la position de la membrane recevante. Tels sont les avantages et les inconvénients des téléphones, fondés sur la conductibilité des liquides, que j'ai étudiés depuis plus de six mois avec le bienveillant concours de M. Bréguet. »

PHYSIQUE. — *Sur l'ébullition des liquides superposés.* Note de M. D. Gernez, présentée par M. Berthelot.

« L'ébullition des liquides superposés non miscibles a été étudiée par Magnus en 1837, par M. Regnault en 1854, et par M. Is. Pierre en 1872. Elle présente diverses particularités, que M. Regnault a résumées en ces termes :

« Cette ébullition est toujours très-irrégulière, et le thermomètre, même lorsqu'il se trouve seulement dans la vapeur, éprouve de grandes variations, suivant la manière dont la chaleur est appliquée au fond de la chaudière et suivant l'énergie plus ou moins grande de l'ébullition. Ce n'est que sous certaines pressions, et quand l'ébullition est très-modérée, que l'on trouve que le thermomètre plongé dans la vapeur indique une température qui s'éloigne peu

de celle à laquelle la somme des forces élastiques des deux vapeurs isolées est égale à la pression de l'atmosphère qui s'oppose à l'ébullition ([1]). »

» En étudiant cette question dans ses détails, j'ai trouvé les conditions dans lesquelles il convient de se placer pour éviter les perturbations accidentelles du phénomène, pour reproduire à volonté et même exagérer le retard qu'il présente, et pour amener sûrement, sans le faire bouillir, le mélange à une température égale et même supérieure à la température normale d'ébullition du liquide le *moins volatil*. Il suffit, pour cela, de prendre les précautions qui assurent d'une manière générale le retard de l'ébullition, c'est-à-dire d'éliminer toutes les causes qui peuvent laisser dans le liquide des traces d'air ou de gaz suffisantes pour amorcer le phénomène. Grâce aux dispositions que j'ai indiquées dans un Mémoire antérieur ([2]), on peut, par exemple, chauffer dans un tube du sulfure de carbone couvert d'une couche d'eau distillée, jusqu'à la température de 100 degrés, sous la pression ordinaire de l'atmosphère, sans en provoquer l'ébullition. Si l'on ne réalise qu'incomplétement les conditions expérimentales du retard de l'ébullition, on observe toutes les irrégularités signalées par M. Regnault et qui s'expliquent aisément.

» Qu'arrivera-t-il, au contraire, si l'on se place dans des conditions telles que le retard de l'ébullition ne soit plus possible? C'est ce qu'il est facile de prévoir, en se laissant guider par les résultats acquis relativement au mécanisme de l'ébullition. Il résulte, en effet, des expériences mêmes de M. Regnault que, dans le vide, un mélange de deux liquides, sans action chimique l'un sur l'autre, émet des vapeurs dont la tension est presque rigoureusement égale à la somme des tensions maxima des deux vapeurs à la même température, et qu'il en est de même dans les gaz. Si donc on amène une petite bulle gazeuse à la surface de séparation de deux liquides superposés que l'on chauffe, cette bulle se saturera bientôt des vapeurs émises par les deux liquides, grossira et ne pourra rester en équilibre qu'autant que sa force élastique restera inférieure à la pression qu'elle supporte. Dès que la température ambiante se sera élevée, de manière que la somme des tensions maxima des deux vapeurs soit égale à la pression qui s'exerce sur la bulle, celle-ci devrait prendre un volume infini pour qu'il y eût équilibre : elle se dégagera donc, et, si l'on s'arrange de façon qu'il reste, après

---

([1]) *Relation des expériences sur les machines à feu*, t. II, p. 742.

([2]) *Recherches sur l'ébullition.* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 335.)

le dégagement, une amorce gazeuse à la surface de séparation des deux liquides, la production des bulles sera continue; en d'autres termes, il y aura ébullition.

» Pour soumettre ces prévisions au contrôle de l'expérience, je me suis servi de tubes de verre, de 2 à 3 centimètres de diamètre, contenant les liquides superposés par couches de quelques centimètres et un thermomètre très-sensible qui en indiquait la température : ces tubes étaient chauffés par la grande masse d'eau d'un bain-marie, dont la température ne pouvait varier que très-lentement. Enfin, pour provoquer l'ébullition, j'ai fait usage d'une petite cloche à air obtenue en étranglant à la lampe un tube de verre à 1 ou 2 centimètres de son extrémité, et en usant obliquement le bord de la cloche, de manière que, amené à la surface de séparation des deux liquides, son orifice soit ouvert moitié dans l'un des liquides, moitié dans l'autre : je ne laisse dans cette cloche qu'une bulle d'air très-petite qui suffit à amorcer l'ébullition et à l'entretenir pendant un temps quelconque.

» J'ai reconnu ainsi que le mélange liquide entre en ébullition à une température qui ne diffère que d'une fraction de degré extrêmement petite de celle où la somme des tensions maxima des vapeurs des deux liquides est égale à la pression supportée. Du reste, aucune perturbation ne se rencontre dans la marche du phénomène. Je citerai, par exemple, quelques expériences faites sur les divers mélanges étudiés par M. Regnault.

Sulfure de carbone et eau :

Pression supportée	765mm,35
Température d'ébullition observée	43°,68
Somme des tensions maxima des deux vapeurs à cette température	766mm,64
Excès sur la pression supportée	1mm,29

Chlorure de carbone et eau :

Pression supportée	745mm,45
Température d'ébullition observée	66°,17
Somme des tensions maxima des deux vapeurs	747mm,36
Excès sur la pression supportée	1mm,91

Benzine et eau :

Pression supportée	764mm,44
Température d'ébullition observée	69°,43
Somme des tensions maxima des deux vapeurs	765mm,92
Excès sur la pression supportée	1mm,48

» Les écarts entre les températures observées et celles où les sommes des forces élastiques maxima des vapeurs seraient égales aux pressions supportées sont donc assez petites, pour qu'on puisse admettre que l'ébullition se produit exactement aux températures que l'on pourrait calculer d'après les Tables des forces élastiques.

» L'application de ce procédé d'observation conduit à une expérience intéressante. On prend une petite cloche à ébullition, on y introduit de l'eau qui doit rester adhérente à ses parois par capillarité, on achève de la remplir avec une bulle d'air voisine de son orifice, on l'immerge dans de la benzine ou du chlorure de carbone, et l'on chauffe au bain-marie : on observe que des bulles de vapeur se dégagent, rapidement et d'une manière continue, à des températures inférieures de plus de 10 degrés au point d'ébullition du liquide sous la même pression. Avec l'essence de térébenthine, le même phénomène se produit vers 95 degrés. L'explication de ce fait est des plus simples : la bulle d'air de la cloche se trouve entre deux couches d'eau et de liquide qui s'y vaporisent; si donc la température est telle que la somme des tensions maxima des vapeurs soit plus grande que la pression supportée, la bulle de vapeur se dégagera en partie, laissant sous la cloche une atmosphère dans laquelle le même phénomène se reproduit jusqu'à ce que l'eau retenue dans la cloche soit complétement vaporisée, ce qui demande un temps relativement considérable, surtout lorsque l'eau est en présence de liquides très-volatils.

» Les particularités signalées par M. Is. Pierre s'expliquent de même, sans difficulté. »

CHIMIE. — *Extraction du gallium*. Note de MM. **Lecoq de Boisbaudran** et **E. Jungfleisch**, présentée par M. Berthelot.

« La faible teneur des minéraux dans lesquels le gallium a été reconnu jusqu'ici rend la préparation de ce métal coûteuse et laborieuse. Nous nous sommes proposé de suivre un procédé permettant d'annexer cette préparation à celle d'un produit commercial, le sulfate de zinc par exemple, et dès lors d'opérer industriellement sur des masses importantes.

» Ce projet a pu être réalisé, grâce à l'appui de M. Léon Thomas qui a tenu à concourir, avec une généreuse libéralité, au succès d'une recherche de science pure. M. Thomas a bien voulu faire traiter, d'après nos indica-

tions, 4300 kilogrammes de blende de Bensberg (galerie Francizka), ce minerai étant le plus riche connu.

» Voici la marche que nous avons adoptée.

» 1° La blende pulvérisée est grillée dans l'une des travées d'un four Perret, maintenu suffisamment chaud par la combustion simultanée des pyrites dans les autres travées. Le gallium reste fixe, tandis que la majeure partie de l'indium paraît se volatiliser.

» 2° Le produit du grillage est traité par une quantité d'acide sulfurique suffisante pour dissoudre presque tout le zinc, en laissant cependant dans la masse assez de sous-sulfate de ce métal pour que la solution filtrée se trouble par l'eau froide. On obtient ainsi, d'une part, du sulfate de zinc commercial et, de l'autre, un résidu contenant le gallium.

» 3° Ce résidu est repris par l'acide sulfurique en excès. Après réduction du persel de fer par le zinc métallique, la liqueur filtrée est précipitée par le carbonate de soude, en fractionnant et en suivant au spectroscope la marche de l'opération. On reprend les précipités par l'acide sulfurique, puis on fait une seconde réduction par le zinc et un fractionnement par le carbonate de soude.

» A l'usine de Javel, tout le gallium des 4300 kilogrammes de blende fut ainsi concentré dans une matière pesant (encore humide) environ 100 kilogrammes. Ce produit nous fut remis par M. Thomas. A ce moment, en effet, le traitement cessait d'être industriel et pouvait être poursuivi dans un laboratoire ([1]).

» 4° Pour enlever le fer qui, par réoxydation, échappe en assez grande quantité aux purifications précédentes, on répète plusieurs fois les réductions par le zinc et les fractionnements par le carbonate de soude.

» 5° Les précipités gallifères sont repris par l'acide sulfurique; on évapore jusqu'à élimination du plus grand excès d'acide, et l'on fait bouillir avec beaucoup d'eau. Le filtre sépare un dépôt contenant de l'acide titanique.

» 6° Après avoir purifié, par l'hydrogène sulfuré, la liqueur très-acide et encore suffisamment chargée de zinc, on l'additionne d'acétate d'ammoniaque et on la traite de nouveau par le gaz sulfhydrique; il se précipite du sulfure de zinc, entraînant du gallium qui se trouve ainsi séparé de l'alumine. Les additions de sulfate de zinc, d'acétate d'ammoniaque et les

([1]) Nous devons remercier ici MM. Lasne et Bénard, qui ont surveillé avec un grand soin les opérations exécutées à la manufacture de Javel.

courants d'acide sulfhydrique sont répétés, tant que le sulfure donne les raies du *gallium*.

» 7° La solution sulfurique des sulfures de zinc gallifères est fractionnée avec soin par le carbonate de soude. L'examen spectral aidant, on arrive à séparer assez exactement le zinc.

» 8° Après avoir repris par l'acide sulfurique, en proportion strictement nécessaire, on sépare encore, par l'hydrogène sulfuré, un peu de cadmium, de plomb, d'indium, de zinc, etc., puis on porte à l'ébullition la liqueur étendue de beaucoup d'eau. Par filtration à chaud, on recueille un volumineux sous-sel de gallium, qui est immédiatement lavé à l'eau bouillante, car, à froid, il se redissoudrait dans son eau mère.

» 9° Le sel basique est très-facilement attaqué par la potasse qui laisse, à l'état insoluble, du fer, de l'indium, etc. La liqueur alcaline, traitée par le gaz sulfhydrique, puis à peine acidulée par l'acide sulfurique, donne un dépôt principalement formé de sulfure d'indium ([1]).

» 10° Le liquide très-légèrement acide étant bouilli avec une grande quantité d'eau, le gallium repasse à l'état de sous-sel.

» 11° Le gallium est isolé par l'électrolyse de la solution potassique du sous-sel. Le dépôt métallique ne s'effectue avantageusement que dans des conditions spéciales. L'intensité du courant électrique, par exemple, doit varier suivant l'état de la liqueur, mais il faut toujours que la surface de l'électrode négative soit petite relativement à celle de l'électrode positive. Dans une de nos opérations, qui a produit 8 grammes de gallium en vingt-quatre heures, 40 éléments de Bunsen (18 centimètres de hauteur) disposés en huit séries parallèles, comprenant chacune 5 éléments en tension, actionnaient une électrode négative dont la double surface ne dépassait pas 15 centimètres carrés, tandis que l'électrode positive offrait un développement de 450 centimètres carrés environ.

» Le métal déposé à froid forme souvent de longues files de cristaux, simulant des aiguilles fixées normalement à l'électrode par une de leurs extrémités; quelques-unes ont atteint 3 centimètres. Au-dessus de 30 degrés, le métal coule en gouttelettes qui se réunissent au pied de l'électrode.

» En opérant ainsi qu'il vient d'être dit, nous avons recueilli 62 grammes de gallium brut. Si l'on tient compte des pertes inévitables et des quelques grammes de gallium qui restent encore dans nos divers produits, on peut

---

([1]) Il est à remarquer que l'indium n'est qu'imparfaitement précipité par la potasse et par le sulfure de potassium.

évaluer la teneur de la blende de Bensberg à environ $\frac{1}{60000}$, soit à peu près 16 milligrammes par kilogramme. Cette faible proportion de matière extractible explique comment le présent travail a exigé un temps aussi considérable.

» Nous avons purifié le gallium brut en le filtrant au travers d'un linge serré, l'agitant à chaud avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique et le faisant cristalliser à plusieurs reprises. Ce métal nous a ensuite servi à préparer les cristaux, les lames et le gallium surfondu que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Le petit barreau a été coulé avec du métal non épuré.

» Dans une prochaine Communication, nous exposerons diverses observations faites au cours de notre travail. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage volumétrique de la potasse.* Note de M. A. Carnot, présentée par M. Boussingault.

« Le dosage de la potasse, dans un mélange complexe de sels, si délicat et si long par les procédés ordinairement usités, peut être fait en peu de temps et avec toute l'exactitude désirable par une méthode volumétrique, qui, je l'espère, pourra rendre d'assez grands services dans les laboratoires de chimie agricole ou industrielle.

» Cette méthode est une transformation de celle que j'ai fait connaître précédemment [1] et qui repose sur la précipitation dans l'alcool de l'hyposulfite double de potasse et de bismuth. Aucune des bases, qui se rencontrent habituellement avec la potasse, ne formant de composés insolubles dans les mêmes conditions, la séparation de l'alcali est obtenue ainsi du premier coup; il se trouve à l'état de sel cristallin jaune, de composition parfaitement définie :

$$Bi^2O^3, 3KO, 6S^2O^2.$$

» J'ai montré comment on pouvait en retirer la potasse et la peser sous forme de sulfate neutre, ou bien l'évaluer d'après le poids correspondant du bismuth.

» La nouvelle méthode que je propose consiste à déterminer, dans la dissolution aqueuse de ce même sel, la proportion d'acide hyposulfureux par l'emploi d'une liqueur titrée d'iode.

[1] *Comptes rendus*, 31 juillet et 7 août 1876, 25 juin et 30 juillet 1877.

» On sait, par les travaux de MM. Fordos et Gélis, que l'iode transforme l'hyposulfite de soude en tétrathionate, en passant lui-même à l'état d'iodure :

$$2(\mathrm{NaO}, \mathrm{S^2O^2}) + \mathrm{I} = \mathrm{NaI} + \mathrm{NaO}, \mathrm{S^4O^5}.$$

» En versant peu à peu une dissolution d'iode dans l'hyposulfite neutre de soude en présence d'empois d'amidon, celui-ci n'est coloré en bleu que quand la transformation est complétement achevée.

» Si l'on opère de même sur la dissolution neutre et froide d'hyposulfite de bismuth et de potasse, on remarque bientôt la formation d'un précipité d'un beau rouge, qui est un oxyiodure de bismuth. Cette réaction s'opposerait à la détermination volumétrique de l'acide hyposulfureux; mais on peut l'empêcher en acidifiant la liqueur par l'acide chlorhydrique, qui ne produit, en peu de temps du moins, aucun effet de décomposition sur l'hyposulfite double.

» Versant alors avec précaution la liqueur titrée d'iode, on voit la dissolution, d'abord faiblement verdâtre, passer à une teinte d'un jaune d'or clair; vers la fin de l'opération, les gouttes d'iode produisent une teinte brunâtre, qui disparaît de moins en moins vite par l'agitation; enfin, quand la transformation de l'acide hyposulfureux est achevée, une seule goutte d'iode détermine un changement de couleur persistant; la dissolution passe subitement du jaune clair au brun sombre. Le phénomène est extrêmement net, soit à la clarté du jour, soit à la lumière artificielle.

» La lecture des divisions de la burette permet de fixer immédiatement le poids de la potasse; on voit, en effet, par les formules citées plus haut, que 2 équivalents d'acide hyposulfureux correspondent, d'une part, à 1 équivalent de potasse, de l'autre, à 1 équivalent d'iode; par conséquent, en poids, 127 d'iode (1 équivalent) répondent exactement à 47,11 (1 équivalent) de potasse.

» La liqueur titrée peut se préparer en dissolvant dans l'eau $\frac{1}{10}$ d'équivalent ou $12^{\mathrm{gr}},7$ d'iode pur à l'aide de 18 grammes environ d'iodure de potassium et ajoutant de l'eau jusqu'à 1 litre. C'est la liqueur décime que recommande M. le professeur Mohr pour les laboratoires, où l'iode est employé à plusieurs sortes de dosages. Chaque centimètre cube de liqueur employée correspond alors à $4^{\mathrm{mg}},711$ de potasse.

» Dans un laboratoire organisé pour faire couramment des essais de sels de potasse, on peut s'épargner tout calcul en préparant la liqueur titrée avec $26^{\mathrm{gr}},96$ d'iode pur par litre, de telle façon que chaque centimètre cube réponde exactement à 1 centigramme de potasse. On peut très-exactement

lire les dixièmes et avoir ainsi une précision suffisante pour les applications ordinaires.

» Dans le cas où l'on aurait versé trop d'iode, on pourrait facilement revenir sur ses pas et faire disparaître la coloration brune, au moyen de quelques gouttes d'une dissolution titrée d'hyposulfite de soude exactement correspondante à celle d'iode, c'est-à-dire contenant, par litre, soit $24^{gr},80$, soit $52^{gr},64$ de sel cristallisé ($NaO, S^2O^2 + 5HO$).

» Je terminerai cette Note en résumant les opérations pratiques à effectuer pour un dosage de potasse. Je suppose qu'on ait préparé d'avance : 1° une dissolution d'hyposulfite de chaux, contenant, pour 1 litre, 200 grammes de sel cristallisé ($NaO, S^2O^2 + 6HO$); 2° une dissolution de chlorure de bismuth, en employant, également pour 1 litre, 100 grammes environ de sous-nitrate, une proportion seulement suffisante d'acide chlorhydrique e de l'alcool.

» On prend, pour chaque opération, 1 gramme du sel à essayer, ou du moins une quantité qui puisse contenir au plus 70 centigrammes de potasse, et l'on dissout dans une dizaine de centimètres cubes d'eau; ou bien on prélève la portion correspondante d'une dissolution faite sur une prise d'essai de 20 grammes, si la matière est peu homogène.

» Si le sel renferme beaucoup de sulfate, on ajoute du chlorure de calcium (1 gramme de ce sel dissous dans l'eau, ou autant de $CaOCO^2$ pur dissous par HCl, suffit amplement pour 1 gramme de sulfates, et on laisse pendant quelques minutes se former le précipité de sulfate de chaux.

» Dans la même fiole, on verse successivement 10 ou 20 centimètres cubes de la dissolution chlorhydrique de bismuth, suivant que la teneur présumée en potasse est inférieure ou supérieure à 30 centigrammes, puis un égal volume de celle d'hyposulfite de chaux et enfin de 100 à 150 centimètres cubes d'alcool concentré; on agite et on laisse en repos un quart d'heure.

» On reçoit sur un filtre le précipité d'hyposulfite double, mêlé ou non de sulfate de chaux, et l'on termine avec soin, à l'aide d'une pipette ou d'une fiole à jet, le lavage à l'alcool du précipité; car il ne faut y laisser aucune trace du réactif, d'ailleurs très-soluble dans l'alcool. Plaçant alors l'entonnoir au-dessus d'une fiole à fond plat et versant de l'eau froide avec une fiole à jet, on voit se dissoudre rapidement l'hyposulfite double. La portion de sulfate de chaux qui peut se dissoudre en même temps n'apporte aucune difficulté dans la suite des opérations. On ajoute à la dissolution un peu d'empois d'amidon très-clair et quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique, puis on verse la liqueur titrée d'iode, au moyen

d'une burette graduée de Gay-Lussac ou de Mohr, jusqu'à apparition de la teinte brun foncé; on lit le volume de la liqueur titrée, qui a été employé, et l'on en conclut immédiatement le poids de la potasse.

» En une heure ou deux, suivant l'habitude qu'on a de l'opération, on peut avoir terminé le dosage. Les opérations sont d'ailleurs assez simples pour qu'on puisse mener de front huit ou dix opérations de même nature.

» De nombreux essais, faits sur des mélanges de sels préparés à l'avance, sur des résidus d'évaporation d'eaux minérales, enfin sur des eaux mères des salines de la Méditerranée, très-chargées de chlorures et de sulfates de soude et de magnésie, m'ont permis de vérifier l'exactitude des résultats obtenus par cette méthode. »

CHIMIE. — *Dissociation de l'hydrate de chlore.* Note de M. ISAMBERT.

« On sait que le chlore s'unit à l'eau au-dessous de 8 degrés, pour produire un hydrate solide, dont Faraday a fait usage pour liquéfier le chlore d'une manière commode. Si l'on répète l'expérience de Faraday, en suivant attentivement la marche de l'opération, on voit que l'hydrate se décompose peu à peu à une température qui est bien supérieure à 8 degrés. D'un autre côté, il suffit de regarder un tube préparé pour la liquéfaction du chlore, pour voir que l'hydrate persiste souvent même en été. Une partie s'est décomposée, une autre a dû se dissoudre, la troisième reste intacte, formant dans le tube des cristaux plus ou moins volumineux.

» L'observation de ces faits m'a conduit à essayer de mesurer par des expériences directes la tension du chlore émise par son hydrate à diverses températures. Comme le produit de la dissociation est de l'eau liquide et un gaz, il est nécessaire, chaque fois que l'on veut faire une mesure, d'agiter le liquide un grand nombre de fois, lorsque la température à laquelle on se propose d'observer le phénomène est obtenue, pour arriver à une pression qui ne varie plus par une nouvelle agitation. Le liquide absorbe alors peu à peu le chlore pour reformer l'hydrate si la température s'abaisse; dans le cas contraire, une nouvelle quantité de chlore doit se dégager et l'agitation permet à l'équilibre de s'établir plus rapidement.

» J'ai pu me servir, comme liquide manométrique, du mercure, en prenant la simple précaution de placer au-dessus du mercure un index d'acide

sulfurique. Dans ces conditions, le mercure n'est pas notablement attaqué et le manomètre peut sans inconvénient fonctionner pendant plusieurs semaines.

» L'hydrate de chlore, préparé à l'avance et tenu en suspension par une quantité plus ou moins grande d'eau, est placé dans un ballon à densité, dont le col est relié par une bonne couche de mastic à un tube deux fois recourbé, dont la grande branche servant de tube manométrique a plus de 90 centimètres de hauteur. Au début, ce tube plongeant dans l'acide sulfurique, je chauffe l'hydrate de manière à dégager du chlore et à chasser complétement l'air contenu dans l'appareil; c'est seulement après cette opération que je fais plonger le tube dans le mercure. Dans le cours des expériences, il est facile de répéter la même opération, afin d'obtenir des mesures dans des conditions différentes.

» Je me suis servi aussi d'un matras d'essayeur, dont le col avait été étiré à la lampe et auquel était soudé latéralement un grand tube manométrique, dont chaque branche avait plus de 1 mètre de hauteur. L'hydrate de chlore étant introduit à l'aide d'un entonnoir effilé, je faisais passer dans tout l'appareil un courant prolongé de chlore, après avoir versé un peu d'acide sulfurique dans le manomètre. Il ne restait plus qu'à fermer la partie étirée du col du matras et à verser du mercure dans le manomètre pour avoir un appareil tout prêt à fonctionner.

» L'hydrate de chlore était plongé dans un vase plein d'eau, et pour le plus grand nombre des cas je me suis contenté de prendre les mesures des tensions aux températures que l'eau prenait soit par le refroidissement nocturne, soit dans la journée par l'élévation de température du laboratoire : j'ai pu, de la sorte, obtenir des températures qui ne variaient que très-lentement; en outre, grâce à la lenteur des variations et à l'agitation répétée au moment des mesures, je puis admettre que le mélange d'eau et d'hydrate avait sensiblement la température du bain dans lequel il était plongé.

» Des mesures que j'ai effectuées, il résulte que la tension du chlore émis par l'hydrate est constante à une même température. Ainsi, deux appareils de dimension et de capacité différentes, contenant des quantités très-différentes d'eau et d'hydrate, m'ont donné à 14°,5 une tension de 1400 millimètres; avec les mêmes appareils, j'ai observé des tensions de 947 et 952 millimètres à 11 degrés. Les tensions ne dépendent donc que de la température, et la décomposition de l'hydrate de chlore rentre dans les phénomènes de dissociation découverts et étudiés par M. H. Sainte-Claire Deville.

» On aura une idée de la marche de la décomposition par l'inspection des résultats suivants, que j'ai obtenus à l'aide des divers appareils que je viens de décrire.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
0	230	8,8	722
3,3	375	9,1	776
3,6	400	9,5	793
5	481	10,1	832
5,7	530	11	950
5,9	545	11,5	1015
6,6	571	11,7	1032
7,2	595	12,9	1245
7,6	644	14,5	1400
8	671		

» Il est bon de remarquer que jamais l'hydrate n'a été décomposé, ni même dissous complétement; si, dans les conditions ordinaires, il se détruit vers 9 degrés, c'est que, dans ce voisinage, la tension de dissociation est égale à la pression atmosphérique; mais il peut se produire sous une pression supérieure. Ainsi, dans les expériences à une température supérieure à 9 degrés, comme dans les autres, aussitôt que le refroidissement a lieu, on voit se reformer sur les parois du ballon l'hydrate solide, même à 13 ou 14 degrés. L'appareil de Faraday permet aussi de mettre en évidence cette stabilité de l'hydrate de chlore sous pression : en chauffant dans ce tube l'hydrate de chlore à 24 degrés, l'autre branche étant maintenue à 7 degrés, le chlore s'est liquéfié, une notable partie de l'hydrate n'étant pas encore détruite, et il a suffi d'un abaissement de température de 1 degré pour amener sur les parois du tube et à la surface de l'eau la production d'hydrate solide qui se formait ainsi à 23 degrés, mais sous une pression d'environ 4 atmosphères.

» Ces expériences justifient complétement l'explication que l'on donne des phénomènes particuliers que présente la solubilité du chlore dans l'eau. Au-dessous de 9 degrés, c'est uniquement l'hydrate qui se forme et se dissout dans l'eau; au-dessus de cette température, à la pression ordinaire, on a uniquement une dissolution d'un gaz dans l'eau. En outre, un courant d'air passant dans une dissolution de chlore au-dessous de 9 degrés suffit pour entraîner peu à peu tout le chlore, exactement comme si l'on avait une dissolution et non une combinaison.

» Si, d'après ces mesures, on trace la courbe qui représente les tensions

du chlore, on trouve que cette courbe est de même forme que celle des tensions de dissociation des chlorures ammoniacaux. Elle se rapproche beaucoup de celle du chlorure d'argent ammoniacal $3AzH^3AgCl$; les pressions allant en croissant un peu plus rapidement avec la température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzoyle sur la leucine* [1]. Note de M. A. Destrem, présentée par M. Berthelot.

« Je me propose d'étudier certains produits de substitution des acides amidés homologues du glycocolle. J'ai commencé cette étude sur la leucine, substance que l'on obtient facilement depuis les travaux de M. Schützenberger sur les matières albuminoïdes.

» Si l'on mélange dans un ballon de la leucine bien desséchée et du chlorure de benzoyle, la réaction se fait à 100 degrés, la masse devient fluide, en même temps qu'elle jaunit de l'acide chlorhydrique se dégage et il se forme à la surface de longues aiguilles d'acide benzoïque. La réaction est terminée lorsqu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique; on traite la masse par l'eau tiède qui dissout l'acide benzoïque formé.

» Il reste une masse jaune qui, traitée par l'alcool chaud, se dissout en partie, laissant un résidu insoluble dont je vais d'abord m'occuper.

I. — *Partie insoluble dans l'alcool.*

» Ce corps a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	gr.
Matière employée	0,317
CO^2	0,691
H^2O	0,275
Matière employée	0,377
Az	35^{cc},2
Pression	765
Température	8°

d'où la composition centésimale

	Trouvé.	Calculé.
C	59,42	59,01
H	9,62	9,83
Az	11,35	11,47
O	»	»

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger (Collége de France).

» Ce qui donne à ce corps la formule

$$C^{12}H^{24}Az^2O^3,$$

c'est-à-dire 2 molécules de leucine soudées ensemble avec perte d'une molécule d'eau : ce corps est donc l'anhydride de l'acide amido-caproïque (leucine)

$$\left.\begin{matrix} C^6H^{12}AzO \\ C^6H^{12}AzO \end{matrix}\right| O.$$

» La réaction se passe comme il suit :

$$2(C^6H^{13}AzO^2) + C^7H^5O, Cl = C^7H^5O, OH + HCl + C^{12}H^{24}Az^2O^3.$$

» *Propriétés.* — Poudre blanche amorphe devenant gélatineuse après plusieurs lavages à l'alcool bouillant; difficilement dédoublée par l'eau en 2 molécules de leucine, même après une ébullition prolongée.

» La déshydratation partielle de la leucine et son retour à un composé $[2(C^6H^{13}AzO^2) - H^2O]$ pourra trouver son application dans la synthèse des matières azotées quaternaires de l'organisme qui, d'après les recherches de M. Schutzenberger, représentent des acides amidés moins de l'eau. Ce point sera ultérieurement étudié.

II. — *Partie soluble dans l'alcool.*

» Ce corps, qui s'obtient en plus grande quantité que le précédent, a donné à l'analyse :

	gr.
Matière employée........	0,278
CO^2....................	0,704
H^2O....................	0,179
Matière employée........	0,432
Az......................	23^{cc},3
Pression................	773
Température.............	1°

d'où la composition centésimale

	Trouvé.	Calculé.
C...........	69,06	69,02
H...........	7,14	7,08
Az..........	6,7	6,19
O...........	»	»

» Ce qui donne à ce corps la formule

$$C^{26}H^{32}Az^2O^5.$$

$$\left.\begin{matrix} C^6H^{11}(C^7H^5O)AzO \\ C^6H^{11}(C^7H^5O)AzO \end{matrix}\right| O,$$

c'est-à-dire l'anhydride de l'acide amidocaproïque où 2 atomes d'hydrogène ont été remplacés par deux fois le radical benzoyle.

» *Propriétés.* — Matière jaune amorphe très-soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau, fusible à 85 degrés, se décomposant dans l'eau à l'ébullition en acide benzoïque et en l'anhydride étudié plus haut. Ce corps chauffé sur une lame de platine se détruit en donnant de l'acide benzoïque et un résidu charbonneux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'identité de l'inosite musculaire et des sucres végétaux de même composition.* Note de MM. TANRET et VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons, dans une Note du 26 février 1877, décrit une matière sucrée, cristallisée, retirée des feuilles de noyer, et ayant une composition identique à celle de l'inosite musculaire et du sucre que l'on extrait des haricots verts, cette composition étant représentée par la formule

$$C^{12}H^{12}O^{12}, 2H^2O^2.$$

» L'identité de la composition chimique, n'étant pas un caractère suffisant pour établir l'identité de deux sucres, vu les nombreux cas d'isomérie que l'on rencontre dans ce genre de corps, nous n'avons pu décider si le sucre des feuilles de noyer devait être regardé comme de l'inosite, ou seulement comme un isomère de ce corps, les données cristallines qui sont les plus importantes dans ces comparaisons nous faisant défaut.

» D'autre part, la différence entre les modes d'action de certains réactifs et surtout la différence de la densité trouvée par M. Cloetta pour l'inosite, soit 1,1154, et par nous pour le sucre de noyer, soit 1,54, autorisaient cette réserve.

» A l'époque où nous avons fait ces recherches, nous ignorions l'étude faite à Prague, quelques années auparavant, par M. Zépharovich [1], sur un sucre retiré par M. Gintl [2] des feuilles de frêne (*fraxinus excelsior*).

» M. Groth ayant comparé les mesures cristallographiques faites par M. Zépharovich sur le sucre des feuilles de frêne, avec nos mesures sur le sucre des feuilles de noyer [3], les a trouvées identiques, les cristaux des

(1) *Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften*, 58. Bd.
(2) Même volume.
(3) *Zeitschrift für Kristallographie*, erster Band, p. 406.

deux sucres présentant les mêmes faces, les mêmes plans de clivage et les mêmes angles.

» Voici les rapports d'axes qui résultent des deux déterminations :

	Sucre des feuilles de frêne.	Sucre des feuilles de noyer.
Rapport des axes : $a:b:c$......	1,0872:1:1,5602	1,0950:1:1,5500
Angles des deux axes a et c....	111°,39	111°,40

» Nous donnons plus bas la comparaison des divers angles.

» Cette comparaison identifie le sucre de noyer avec le sucre des feuilles de frêne. Nous nous sommes proposé de comparer le sucre retiré de ces deux sources avec l'inosite musculaire et le sucre extrait des haricots verts, que nous avons préparés à cet effet. L'inosite musculaire a été retirée de la viande de cheval. Or la comparaison de ces divers sucres ne laisse aucun doute sur leur identité. Voici les diverses mesures que nous avons faites, en y joignant les angles calculés d'après M. Zépharovich pour le sucre des feuilles de frêne.

	Sucre des feuilles de noyer.	Sucre des feuilles de frêne.	Sucre des haricots verts.	Inosite musculaire.
$m:m$	89°	89°24′	89°	88°50′
$m:g^1$	135°30′	»	135°30′	135°
$p:m$	105°	105°2′	104°50′	»
$a^1:p$	109°57′	109°26′	109°10′	»
$a^1:m$	121°34′	121°1′	121°	121°20′
$b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}:g_1$ ...	110°14′	110°20′	»	109°40′
$b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}:p$	134°30′	134°	»	»

» Le sucre tiré des haricots verts ne présentait pas les faces $b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}$. Par contre, il présentait les faces h et l'angle ph^1, qui est le même que celui des deux axes a et c, a été trouvé égal à 111°,40; cette valeur est exactement égale à celle qui a été calculée pour l'angle de ces deux axes. Les cristaux du sucre retiré de la viande de cheval étaient trop imparfaits pour permettre de faire de nombreuses mesures, mais celles qui ont pu être effectuées identifient suffisamment ce sucre avec les trois autres.

» La densité de l'inosite des feuilles de noyer a été reprise sur des cristaux soigneusement choisis et séparés des portions déjà effleuries et a été trouvée à 15 degrés égale à 1,524. Celle de l'inosite de la viande a été trouvée égale à 1,535 à 8 degrés, et l'inosite des haricots verts a donné un résultat identique. Il y a donc eu probablement une erreur expérimentale

dans la détermination de M. Cloetta. L'inosite semble donc être un sucre très-répandu dans la nature. Rappelons que M. Marmé a constaté l'existence d'un sucre de même composition dans les pois, les lentilles vertes, l'acacia, le chou, la digitale, la pomme de terre (la plante), les asperges et dans deux cryptogames. Il est probable que les matières sucrées retirées de ces divers végétaux sont identiques à l'inosite, mais des recherches cristallographiques seraient nécessaires pour élucider complétement cette question.

» Le fait de la présence simultanée de l'inosite dans le règne végétal et dans le règne animal peut paraître digne d'intérêt. Il semble que sa production soit un de ces phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, que M. Cl. Bernard a si bien mis en évidence dans ses leçons, et, chose curieuse, chaque fois que l'inosite a été constatée, elle s'est montrée accompagnée d'un sucre réducteur. Elle est accompagnée par le glucose dans l'urine des inosuriques, et dans son extraction des haricots verts et des feuilles de noyer, nous l'avons toujours trouvée cristallisant au milieu d'une matière sucrée fermentescible et réduisant la liqueur de Fehling. Nous rappellerons à ce sujet que les physiologistes regardent, en général, l'inosite de la viande comme un produit résultant de la transformation de la matière glycogène; sa formation dans le règne végétal se fait probablement d'une façon analogue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'amylène.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Cahours.

« D'après les recherches de divers savants russes, l'amylène commercial contiendrait quatre isomères : deux solubles dans l'acide sulfurique étendu de $\frac{1}{2}$ volume d'eau, ce seraient l'éthylméthyléthylène et le triméthyléthylène; deux insolubles dans ce liquide : l'isopropyléthylène et l'amylène normal. Ces divers carbures isomériques se distingueraient par leur point d'ébullition. Il me semble que ce caractère est bien insuffisant dans le cas présent, car il est très-difficile d'obtenir de l'amylène passant à point fixe. Dans des limites assez étendues les auteurs sont rarement d'accord sur le point d'ébullition réel d'un même isomère.

» L'alcool amylique de fermentation est un mélange, en proportions variables, d'alcool amylique actif ou éthylméthyléthylique et d'alcool inactif ou isopropyléthylique :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix} \Big\rangle CH - CH^2(OH) \quad \text{et} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \Big\rangle CH - CH^2 - CH^2(OH).$$

» Ce point est aujourd'hui bien établi et il explique les différences que présente la constitution de l'amylène qui dérive d'un tel mélange.

» Voulant obtenir quelques kilogrammes d'amylène, j'ai modifié la réaction ordinaire, dans laquelle on fait digérer de l'alcool amylique avec du chlorure de zinc, de façon à éviter, autant que possible, la formation des polymères en soustrayant l'amylène déjà formé à l'action ultérieure du réactif et à n'obtenir qu'un carbure unique par un traitement instantané et violent.

» A cet effet on introduit environ 500 grammes de chlorure de zinc dans une spacieuse cornue tubulée en verre ou mieux en métal, telle qu'une bouteille à mercure disposée sur un bon fourneau à gaz.

» Quand le sel métallique est en pleine fusion on laisse tomber dessus un très-mince filet d'alcool amylique. Le produit se boursoufle un peu, surtout vers la fin de l'opération. Pour condenser les vapeurs qui sortent de l'appareil avec une grande vitesse, on doit employer un long réfrigérant à courant d'eau.

» Je décrirai les produits que m'a fournis cette réaction en employant les huiles venant directement des usines de rectification de flegmes de betterave et contenant, outre les deux alcools amyliques dont il vient d'être question, les alcools propylique et butylique en proportions beaucoup moindres. Après dessiccation du liquide condensé, à l'aide du carbonate de potasse, il est facile de séparer par distillation l'amylène qui représente environ le tiers du volume total. Ce carbure convenablement rectifié bout entre 35 et 38 degrés et ne contient pas traces d'hydrure.

» Il est complétement absorbé par le brome, ce dont je me suis assuré en préparant 500 grammes de bibromure d'amylène bouillant régulièrement et sans décomposition notable dans un vide partiel. Cette distillation m'a permis de constater, par l'absence de produits inférieurs, qu'il n'y avait pas de bibromures de butylène ou de propylène et, par conséquent, de carbures inférieurs à l'amylène. L'amylène obtenu dans ces conditions renferme, sauf trois ou quatre centièmes, de l'isopropyléthylène dérivé directement de l'alcool isopropyléthylique par simple déshydratation sans changement moléculaire.

$$\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH^2(OH)}_{\text{Alcool.}}-H^2O=\underbrace{\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH=CH^2}_{\text{Amylène.}}.$$

» Cet hydrocarbure peut être facilement débarrassé de la faible quantité

d'amylène isomérique qu'il contient par une agitation de quelques minutes avec de l'acide sulfurique étendu au $\frac{1}{2}$ volume d'eau, dans lequel il est insoluble. N'ayant qu'une faible confiance dans le point d'ébullition du carbure même, je l'ai transformé en iodhydrate d'amylène par simple agitation à froid avec de l'acide iodhydrique saturé à zéro. Cet iodhydrate bout très-régulièrement à 125 degrés, soit 20 degrés au-dessous de son isomère l'iodure d'amyle ordinaire.

» Si, après avoir séparé l'amylène, on continue la rectification, on obtient une quantité relativement forte d'alcool *propylique* bouillant à 95-96 degrés, puis de l'alcool *butylique* bouillant à 108-109 degrés.

» Ces deux alcools contenus dans le mélange employé se sont en quelque sorte concentrés dans les produits de la réaction après y avoir échappé, grâce, sans doute, à leur volatilité plus grande par rapport à l'alcool amylique employé en quantité prépondérante.

» En poursuivant le fractionnement qui, d'ailleurs, n'offre pas de difficultés, on recueille une quantité considérable d'alcool éthylméthyléthylique bouillant entre 128 et 129 degrés. Cet alcool, soumis à une température élevée, a perdu son pouvoir rotatoire.

» Après le départ de l'alcool amylique, il reste une faible quantité de polymères de l'amylène, qui sont lavés à l'acide sulfurique étendu, puis distillés.

» On obtient ainsi du *diamylène* bouillant à 165 degrés et présentant une faible odeur camphrée. Il existe dans le résidu d'autres polymères que je n'ai pas essayé d'isoler et qui bouillent vers 230, 300 et 350 degrés.

» En résumé, quand on traite dans les conditions indiquées un mélange d'alcools de fermentation par le chlorure de zinc, il se produit :

» 1° Beaucoup d'amylène et peu de polymères.

» 2° L'alcool éthylméthyléthylique échappe à la réaction, et c'est l'alcool isopropyléthylique qui fournit de l'amylène.

» 3° Les alcools butylique et propylique dilués dans l'alcool amylique ne sont pas attaqués (1). »

---

(1) Le présent travail a été exécuté dans le laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches expérimentales sur la maturation du raisin.* Note de MM. C. SAINT-PIERRE et L. MAGNIEN, présentée par M. Pasteur.

« Dans un Mémoire comprenant de nombreuses expériences que nous aurons prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie, nous avons entrepris l'étude des transformations qui s'opèrent dans le raisin, et des échanges qui s'effectuent entre le fruit et l'atmosphère ambiante. De ces travaux, exécutés dans les laboratoires de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° Les raisins, à l'époque de leur maturation, dégagent de l'acide carbonique, soit à l'obscurité, soit à la lumière.

» 2° Ce dégagement a lieu aussi bien dans un gaz inerte que dans l'air.

» 3° La quantité d'acide carbonique produit est toujours supérieure à la quantité d'oxygène consommé, quand l'expérience a une durée suffisante.

» 4° Les raisins sont capables d'absorber ou de perdre de l'eau, lorsqu'on les maintient dans un milieu humide ou dans un milieu sec.

» 5° Quand la maturation s'avance, les acides diminuent, et le sucre augmente, au moins sur les cépages que nous avons étudiés.

» 6° Le mécanisme de la maturation est le suivant : les acides et le glucose se forment dans la plante et la séve les conduit au raisin. Les acides y sont brûlés, tandis que le sucre s'y concentre. Quand la maturation est très-avancée, le sucre est brûlé à son tour. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques produits volatils des mines de houille incendiées.* Extrait d'une Lettre de M. MAYENÇON à M. Boussingault.

« Lorsqu'on parcourt le bassin houiller de la Loire, assez fréquemment on rencontre des déblais de puits en exploitation d'où s'échappent, par une foule de points, de la fumée ou de la flamme, visible surtout pendant la nuit. Le même phénomène se montre dans certaines mines embrasées, et que le feu a fait abandonner. Dans ces endroits, le sol toujours chaud est parfois brûlant.

» Autour des fumerolles, apparaissent des efflorescences blanches, rouges, orangées, jaunes et noires; de plus, il se forme une croûte plus ou moins dure et épaisse. J'ai entrepris l'étude des produits qui composent ces efflorescences et cette croûte : ils sont nombreux et complexes; ils résul-

tent de l'action du feu sous-jacent et de l'air sur les éléments de la houille et des schistes environnants.

» Voici la liste des principaux corps que j'ai trouvés jusqu'ici :

I. — Efflorescences.

A. Efflorescences blanches.	Chlorhydrate., Bromhydrate., Iodhydrate .. } d'ammoniaque, en beaux cristaux.
	Acide arsénieux, souvent en octaèdres.
	Dans quelques-unes, je trouve de l'alumine et un peu de glucine, probablement à l'état de chlorures.
B. Efflorescences rouges...	Réalgar.. { fondu ou mamelonné.
	Réalgar.. { cristallisé en prismes obliques.
C. Efflorescences orangées.	Mélange en proportions variables de : Chlorhydrate., Bromhydrate., Iodhydrate .. } d'ammoniaque.
	Faibles quatités d'alumine et de glucine (chlorures ou sulfates).
	Réalgar amorphe.
	Orpiment.
	Soufre octaédrique.
D. Efflorescences jaunes...	Les mêmes produits que pour C, moins le réalgar.
E. Efflorescences noires...	Insuffisamment étudiées.
	De l'arsenic natif, de l'arsénite d'ammoniaque.
	Du sulfoarséniure d'ammonium, des sulfates.
	Des sulfites et des hyposulfites.

II. — Croute.

Alun d'ammoniaque, alun de potasse.
Sulfate d'alumine, en grande quantité.
Sulfates de protoxyde et de sesquioxyde de fer.
Sulfate d'ammoniaque.
Chlorure., Bromure., Iodure .. } d'ammonium.
Composés arsénifères, arsenic cristallisé.
Galène sublimée, en cubes et en trémies.

» Les corps qui sont le plus abondants sont les composés ammoniacaux, l'arsenic, l'aluminium, le fer, le chlore et le soufre.

» J'ai commencé quelques essais sur les gaz émanant des houillères enflammées.

» Je vous adresse la suite des échantillons que j'ai recueillis. »

ZOOLOGIE. — *Sur les conditions de développement des Ligules.* Deuxième Note de M. G. **Duchamp**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une Note précédente, en date du 24 décembre 1877, j'ai montré par des expériences faites sur le pigeon domestique que l'espèce de l'individu nourricier de la *Ligula monogramma* Crepl., était parfaitement indifférente au développement complet de ce Cestoïde et que la condition principale de ce phénomène devait être le séjour dans le tube digestif d'un Vertébré à sang chaud.

» Continuant mes recherches dans le but de déterminer l'influence de la température, j'ai d'abord essayé de placer les Ligules des Tanches dans des milieux artificiels, bouillon, bouillies de viande et de poisson, renfermés dans une étuve réglée à 38-39 degrés. Une putréfaction trop rapide de ces substances fit périr les Ligules au bout de quelques heures, et bien que chez l'une d'entre elles j'aie cru reconnaître un début de développement des organes reproducteurs, il eût été téméraire de tirer une conclusion de cette tentative.

» La difficulté expérimentale à laquelle je me suis heurté ne me semble pas insurmontable, mais en attendant qu'une meilleure installation matérielle vînt me permettre d'écarter certaines autres causes d'insuccès, j'ai tenté de la tourner en employant un Vertébré à sang chaud comme étude naturelle.

» Le 12 février, sur un chien de taille moyenne, une boutonnière est pratiquée au côté gauche de l'abdomen, de façon à donner dans la cavité péritonéale.

» Préalablement un certain nombre de Ligules avaient été extraites de deux Tanches. Afin d'éviter l'introduction de matières putrescibles, telles que sang et sérosité purulente, et en même temps pour m'assurer de leur vitalité, j'avais pris la précaution de les laver dans de l'eau à 38 degrés où elles avaient présenté tous les phénomènes que j'ai précédemment décrits.

» J'en fis pénétrer *six*, moyennes et grandes, dont une fut coupée en deux segments, dans la cavité abdominale du chien, et les lèvres de la plaie furent rapprochées à l'aide de deux points de suture.

» L'animal reconduit au chenil est mis en observation pendant *quatre jours* sans présenter de symptômes de péritonite. Le 16 février, il est sacrifié ; la plaie est à peu près cicatrisée.

» En ouvrant l'abdomen, je trouve une première Ligule sur le grand épiploon à quelques centimètres du lieu d'introduction : les autres se sont beaucoup plus éloignées de ce point et ont gagné le côté opposé en s'engageant entre les feuillets péritonéaux, deux d'entre elles sont parvenues jusqu'à l'entrée du petit bassin. Je constate en même temps que jusqu'ici leur présence n'a pas causé grand désordre.

» Ces Ligules se sont très-effilées antérieurement et notablement allongées, tandis que leur largeur a diminué, phénomène que j'avais déjà observé après le séjour dans le tube intestinal des oiseaux et qui est ici peut-être encore plus sensible. Mais, fait autrement intéressant, les organes reproducteurs ont acquis tout leur développement et sont en pleine activité fonctionnelle, les cellules spermatiques gonflent les testicules et les œufs déjà formés s'entassent dans les matrices tubuleuses. Tous les individus sont à peu près arrivés au même degré, y compris celui qui avait été divisé en deux parties.

» Le résultat de cette expérience me paraît établir nettement que la température joue le rôle essentiel dans le développement des Ligules; ici, en effet, elles ont été placées dans un milieu qui sous tous les autres rapports ne diffère pas sensiblement de celui dans lequel elles vivent des mois et probablement des années sans jamais devenir aptes à la reproduction et quatre jours ont suffi, comme dans l'intestin des oiseaux, pour amener les organes génitaux à leur fonctionnement normal.

» De là, en se plaçant au point de vue physiologique, on voit apparaître une distinction capitale entre les Ligules et les Cestoïdes tétrabothridés dont un certain nombre, bien qu'habitant les muscles, les parenchymes et même les cavités séreuses (péritoine ou plèvre) des Mammifères n'y achèvent jamais leur cycle et y demeurent indéfiniment aux stades d'hydatide.

» Il serait certainement intéressant de savoir comment se comporteraient sous ce rapport d'autres Dibothridés, puisque c'est dans ce groupe que la *Ligula monogramma* a depuis longtemps été rangée.

» Un autre fait que je ne dois pas oublier non plus de signaler, c'est que ce parasite n'a pas besoin de son intégrité pour achever son évolution, l'individu que j'avais pris soin de diviser en deux tronçons s'étant comme les autres munis d'organes reproducteurs (1). »

---

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Des sensations de lumière et de couleur, dans la vision directe et dans la vision indirecte.* Note de MM. E. Landolt et A. Charpentier, présentée par M. Vulpian.

« On sait que les fibres du nerf optique s'épanouissent au fond de l'œil en formant par leurs terminaisons une membrane nerveuse de forme hémisphérique qu'on appelle la *rétine*. C'est sur elle que viennent se peindre, comme dans une chambre noire, les images des objets extérieurs, et c'est elle qui, subissant, sous l'influence de ces images, certaines modifications, est le point de départ des sensations lumineuses. Or, de ces images, l'œil n'utilise guère, pour la vision distincte, que celles qui se forment sur un point central de la rétine, qu'on appelle la *fovea centralis*, et qui correspond au point de fixation. Le reste est perçu plus ou moins vaguement. Il y a donc lieu de distinguer entre la vision directe et la vision indirecte, la première, de beaucoup plus nette, correspondant aux objets que nous regardons, et la seconde aux autres objets du champ visuel.

» Cette différence très-nette entre la vision directe et la vision indirecte tient-elle à une différence réelle de sensibilité des diverses parties de la rétine? Voilà la question que nous nous sommes proposé de résoudre, préparés à cela par la nombreuse série de travaux déjà faits par l'un de nous sur ce sujet (*voir* Landolt, *Ophthalmométrologie*, 1874). Nous avons employé une méthode dont le principe avait été indiqué par ce dernier et qui est celle dont on se sert en Physiologie expérimentale pour éprouver l'excitabilité des nerfs; cette méthode consiste à déterminer le minimum d'excitation qu'il est nécessaire d'appliquer à ces nerfs pour qu'ils réagissent. Or, la lumière est l'excitant normal du nerf optique, et la sensation lumineuse son mode spécial de réaction. Il s'agissait donc de déterminer pour le centre de la rétine et pour des points de plus en plus excentriques quel minimum de lumière il faut présenter à l'œil pour obtenir une sensation lumineuse. Mais l'œil perçoit non-seulement de la lumière, mais encore des couleurs. Aussi était-il nécessaire de répéter, pour les divers rayons monochromatiques, les mêmes expériences que pour la lumière blanche.

» Pour arriver à ces différents buts, nous avons utilisé un instrument très-simple imaginé par l'un de nous (*voir* Charpentier, *Société de Biologie*, 17 février 1877), et qui consiste essentiellement en une lentille convexe produisant sur un verre dépoli l'image d'un objet lumineux. En utilisant, à l'aide d'un diaphragme spécial, des étendues variables de la

lentille, on obtient des images toujours nettes, mais différemment éclairées, et l'on peut évaluer très-suffisamment leur éclairage relatif par l'étendue de lentille que l'on a employée pour les produire.

» L'objet lumineux consiste dans un autre verre dépoli d'une étendue déterminée, que l'on éclaire uniformément à l'aide du genre de lumière, blanche ou colorée, dont on veut éprouver l'effet.

» L'expérience consiste à considérer dans l'obscurité l'image formée par cet objet sur notre premier écran, tandis que l'œil fixe successivement cette image elle-même et des points de plus en plus écartés d'elle; on détermine, pour chaque position du regard, quel est le minimum d'intensité lumineuse nécessaire à notre image pour produire une sensation de lumière ou de couleur.

» Telle est essentiellement la méthode que nous avons employée pour déterminer l'excitabilité des différentes parties de la rétine, et qui nous a donné les résultats suivants :

» En ce qui touche la sensibilité purement lumineuse des différents points de la rétine, nous dirons qu'il nous a fallu constamment, pour le centre et pour chacun de ces points, le même minimum de lumière blanche pour produire une sensation lumineuse. La sensibilité lumineuse est donc la même pour toute la rétine.

» Il en est autrement si, au lieu d'exciter la rétine avec de la lumière blanche, on l'excite avec de la lumière monochromatique. Alors on voit que, pour distinguer la couleur présentée à l'œil, il faut à cette couleur une intensité moins considérable pour le centre que pour le reste de la rétine, et que plus on s'éloigne du point de fixation, c'est-à-dire du centre, et plus la couleur doit être intense pour être reconnue.

» Mais, chose remarquable, avant que chaque couleur soit reconnue avec son ton véritable, elle paraît toujours passer par une série de phases dont la première se traduit par une *sensation purement lumineuse;* puis on hésite sur la qualité de la couleur présentée, jusqu'à ce que l'excitation ait atteint une certaine intensité pour laquelle on reconnaît cette couleur. Or, nous avons trouvé, dans toutes nos expériences, ce fait très-important, que, pour produire la sensation lumineuse primitive, il faut, pour le centre et pour tous les points du reste de la rétine, le même minimum de la couleur présentée.

» Cela semblerait prouver que la sensibilité chromatique est une fonction distincte, par son siége et par sa nature, de la sensibilité lumineuse. En effet, nous avons vu qu'une excitation lumineuse quelconque com-

mence toujours par produire une sensation lumineuse simple; que, pour obtenir une sensation de couleur, il faut toujours, au contraire, une excitation plus intense; que le minimum d'excitation nécessaire pour produire la sensation lumineuse est constant pour toute l'étendue de la rétine; que le minimum d'excitation nécessaire pour produire les sensations chromatiques est, au contraire, d'autant plus grand qu'on interroge une partie plus excentrique de la rétine.

» Ces faits s'expliqueraient si l'on admettait, comme l'un de nous a cherché à le montrer dans un travail précédent (*voir* CHARPENTIER, *De la vision avec les différentes parties de la rétine,* 1877), que les sensations de couleur sont, en grande partie, le résultat d'une élaboration spéciale, faite par les centres nerveux, des impressions que leur transmet la rétine, élaboration qui vient seulement après la sensation simple et primitive que produit toute excitation lumineuse. Pour les parties de la rétine que nous exerçons le plus, comme celle qui correspond au point de fixation, la phase intermédiaire qui existe entre la simple sensation lumineuse et l'élaboration chromatique consécutive est à peu près nulle, quoiqu'on puisse la déceler par certaines méthodes; moins la partie rétinienne mise en action a été exercée, ce qui est le cas pour les parties excentriques sur lesquelles nous attachons peu ordinairement notre attention, et plus l'élaboration chromatique est lente et difficile à se produire.

» Quant à l'imperfection énorme de la vision indirecte, nous avons prouvé précédemment qu'elle porte seulement sur la faculté de distinguer les formes, ce qui paraît tenir à la particularité anatomique suivante : le centre de la rétine reçoit, à étendue égale, une bien plus grande quantité de fibres nerveuses que les parties excentriques, et peut, par conséquent, transporter au cerveau beaucoup plus d'impressions distinctes ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de l'île de la Réunion* (première Partie). Note de M. CH. VÉLAIN, présentée par M. Hébert.

« Le massif volcanique de l'île de la Réunion se divise naturellement en deux groupes dont l'un, plus récent, situé à l'est, s'appuie sur les assises du second, plus ancien, qui forme le revers occidental de l'île.

([1]) La première série des expériences ci-dessus mentionnées a été faite à la clinique du Dr Landolt, notre seconde série a été faite au laboratoire d'ophthalmologie de l'École pratique des Hautes Études.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie un premier aperçu de la succession des laves qui constituent le massif récent.

» Toutes ont pour caractère commun une grande cristallinité, et se rattachent intimement par leur structure et leur composition minéralogique aux roches basaltiques; elles se composent essentiellement, en effet, de fer oxydulé ou titané, de péridot, d'augite et de plagioclase, et ces éléments réduits le plus souvent à l'état microlithique, c'est-à-dire très-développés dans un sens, rappellent, par leur enchevêtrement, la disposition des microlithes pyroxéniques qui se produisent dans les laitiers des hauts-fourneaux.

» La netteté absolue de ces cristaux m'a facilité leur étude optique basée sur les derniers résultats obtenus par M. Des Cloizeaux, pour la distinction des diverses espèces feldspathiques, ainsi que sur les travaux plus récents de M. Michel Lévy (¹) qui sont venus apporter une si grande précision dans ce genre de recherches; en outre, j'ai tenu à contrôler, par une étude chimique, les déterminations ainsi obtenues, en appliquant alors les ingénieuses méthodes de séparation et d'attaque des minéraux dues à M. Fouqué, et je dois dire que ces deux procédés se sont toujours accordés de la façon la plus frappante.

» Dans les laves si complexes du *massif récent*, le feldspath triclinique joue le rôle d'élément distinctif; il varie suivant leur âge du plus acide (oligoclase) au plus basique (anorthite), et ce fait devient le trait le plus saillant de leur succession, qui se trouve être la suivante, en commençant par les plus anciennes.

» 1° *Laves basaltiques à oligoclase* (teneur en silice, 57,49 pour 100; densité, 2,73 à 2,83). — Ces laves, généralement massives et compactes, contiennent sous forme de cristaux en débris du fer oxydulé et du péridot, mais ce dernier toujours rare. Le magma qui s'est ensuite consolidé a donné naissance à des microlithes enchevêtrés d'augite et d'oligoclase.

» La roche s'est épanchée en grandes nappes probablement très-fluides, qui se sont fait jour à travers de larges fissures ouvertes dans les parties centrales de l'île, et ont formé des nappes épaisses et continues. L'absence de toute structure fluidale, leur épaisseur et la régularité de leurs surfaces qui ne ressemblent en rien à celle des coulées modernes, l'absence complète des scories ou de matériaux de projection entre les bancs contigus, leur tendance enfin à se décomposer en prismes sont autant de faits qui rendent cette opinion vraisemblable.

» Elles forment les assises inférieures du cratère Commerson dans les

hauts de la rivière des remparts, et se voient également à la partie inférieure des grands escarpements (les *Enclos*) qui précèdent le volcan.

» 2° *Laves basaltiques à labrador* (teneur en silice, 52,60 pour 100; densité, 2,89). — Elles renferment les mêmes éléments anciens que les précédentes, mais le péridot y devient plus abondant et se retrouve même dans les éléments de consolidation récente qui sont alors l'augite et le labrador; l'augite est de beaucoup celui qui domine.

» Ces laves forment le sous-sol de la région des plaines (plaine des Palmistes, plaine des Cafres); elles se présentent en coulées peu épaisses avec des surfaces d'étirement très-marquées.

» Il est intéressant de pouvoir signaler, entre ces deux sortes d'éruptions, quelques roches de passages contenant un mélange des deux espèces feldspathiques, oligoclase et labrador; ces laves surmontent directement les laves à oligoclase dans les parois du cratère Commerson, et forment également le haut des enclos.

» 3° *Laves basaltiques à anorthite* (teneur en silice, 48,98 pour 100; densité = 2,93 à 3,10). — Ces dernières renferment toujours les mêmes éléments anciens, mais le péridot y abonde au point de devenir parfois l'élément dominant. On le retrouve avec la même abondance parmi les éléments de consolidation récente qui sont ici l'augite et l'anorthite.

» Ces laves constituent le massif du volcan proprement dit, et sont encore rejetées actuellement par le cratère brûlant.

» Il existe également quelques types de transition entre ces laves et celles à *labrador*; ils sont fournis par les coulées anciennes du cratère Bory, qui se dresse à peu de distance du volcan actuel et qui paraît aujourd'hui éteint.

» Les divers produits qui se sont ainsi successivement épanchés pour édifier le massif récent de la Réunion sont devenus de plus en plus basiques; il est remarquable que cette transformation se soit produite sans sauts brusques, par gradations insensibles, et que l'apparition de l'anorthite coïncide avec l'abondance d'un péridot de consolidation récente, tandis que les roches, plus acides de la série (laves à oligoclase) s'appauvrissent même en péridot ancien.

» Dans l'appareil volcanique actuel, des faits de même ordre se produisent à chaque éruption; une disposition particulièrement favorable permet en effet de reconnaître que, dans l'intérieur de la cheminée volcanique pendant l'ascension même de la lave, les minéraux se séparent par ordre de densité; les plus basiques, qui sont en même temps les plus ferrugineux et

les plus denses, gagnent le fond, tandis que la silice et les silicates plus acides sont entraînés vers les parties supérieures. C'est ainsi que, sous l'influence de l'énorme pression exercée par la colonne de matières fondues, à chaque recrudescence d'activité, les flancs de la montagne s'entr'ouvrent et laissent échapper des laves très-basiques et très-denses (silice, 48,98 pour 100; densité, 2,97), surchargées en péridot, tandis que des coulées vitreuses plus acides (silice, 56,20 pour 100; densité, 2,44), dans lesquelles on ne rencontre que des microlithes d'anorthite et de pyroxène, se déversent par l'orifice même du cratère et jouent le rôle d'écumes par rapport aux précédentes. »

« M. **Hébert** fait remarquer que, jusqu'à présent, aucune liaison géologique n'avait été signalée entre les différentes roches volcaniques de l'île de la Réunion. Ces roches n'étaient connues que par des analyses chimiques en bloc, sans déterminations précises. On remarque ces lacunes, même dans d'importants travaux tout récemment publiés.

» L'observation exacte des relations statigraphiques des laves et la détermination rigoureuse des éléments feldspathiques qui les caractérisent ont permis à M. Vélain d'arriver à des résultats de la plus haute importance pour l'histoire générale des volcans, résultats qui viennent confirmer des vues théoriques précédemment émises.

» M. Fouqué a déjà signalé, à Santorin, une succession analogue dans les phénomènes volcaniques. Il est probable qu'il y a là une grande loi naturelle. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Origine et répartition du calcaire dans les sables maritimes.* Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. Duchartre.

« Le calcaire des sables maritimes, provenant presque toujours de menus débris de coquilles, abonde principalement le long des plages où échouent et s'accumulent les innombrables épaves des mollusques testacés, qui forment quelquefois plus des $\frac{4}{5}$ de la masse totale. Mais, dès qu'on s'éloigne du rivage, la proportion du calcaire diminue rapidement, surtout quand le sable, fixé par la végétation, ne peut plus incessamment se renouveler : alors le carbonate de chaux disparaît à la longue, dissous et entraîné par les eaux pluviales toujours chargées d'un peu d'acide carbonique. Au contraire, lorsque le sable mouvant se montre tout à fait à nu, la teneur en calcaire semble augmenter à mesure qu'on s'éloigne du

rivage, surtout quand le sable est très-fin et le littoral peu coquillier. C'est ce que j'ai pu récemment constater dans la région des grandes dunes de l'ouest, entre la Seudre et la Gironde. Il ne s'agit, d'ailleurs, que de la couche superficielle du sol.

» Quatre échantillons de sable recueillis à la Pointe de la Coubre (Charente-Inférieure), à des distances de plus en plus grandes du rivage, et en marchant directement vers l'intérieur du pays, ont donné :

» 1° *Bord de la mer :* carbonate de chaux, sur 100 parties, 1,91;

» 2° *Sommet de la ligne des dunes littorales entre le Sémaphore et le rivage, à 150 mètres environ de la mer :* carbonate de chaux, 3,32;

» 3° *Au milieu de Pins rares et chétifs entre le Sémaphore et la maison forestière, à 300 mètres de la mer :* carbonate de chaux, 3,37;

» 4° *Sous les grands et beaux Pins qui avoisinent la maison forestière, à un peu moins de 1 kilomètre de la mer :* carbonate de chaux, 2,72.

» D'un autre côté, des échantillons provenant de la grande dune de la Brisquette, située dans la même région, à 3 kilomètres du rivage, et qui domine un véritable désert de montagnes de sable absolument nues, ont donné :

Au pied de la dune (côté de la mer), carbonate de chaux.............	4,14
Au sommet de la dune (altitude : 52 mètres), carbonate de chaux.......	5,00
» » (autre échantillon), carbonate de chaux........	5,78

» Quoique les vastes plages, très-basses et très-meubles, qui bordent le littoral, soient également inhospitalières aux mollusques et aux navires sur toute leur étendue, il n'est pas impossible que le contraste entre la Brisquette et la Coubre ne provienne en partie de ce que la dune a été alimentée par une côte plus riche en coquillages. Je suis néanmoins porté à attribuer la cause principale de cette inégalité dans la répartition du calcaire, à l'action des vents, qui opèrent une sorte de triage, ou plutôt de vanage, ayant pour résultat d'entraîner plus haut et plus loin les débris de coquilles spécifiquement un peu plus légers que les parcelles purement minérales. Il y a, en effet, plus de chaux au sommet de la Brisquette qu'à son pied; il y en a plus à la Brisquette qu'à la Coubre; il y en a plus dans les dunes littorales de la Coubre, et les monticules à peu près nus qui leur succèdent, qu'à la plage même. Cette tendance du calcaire à émerger à la surface se remarque aisément dans les sables mouvants, où les rides formées par le vent abritent quelquefois de petites traînées de débris testacés provenant de mollusques marins, et nullement des gastéropodes terrestres,

qui pullulent, il est vrai, dans les sables envahis par la végétation, mais qui font absolument défaut dans les sables nus. Les vents n'opèrent d'ailleurs qu'un triage extrêmement grossier, et jamais des échantillons, pris à quelques pas les uns des autres, ne donnent à l'analyse des résultats parfaitement concordants.

» J'ai dit que la teneur en calcaire diminue à partir du rivage, quand les sables se trouvent complétement fixés par la végétation. Les chiffres ci-dessus montrent, en effet, qu'à la Pointe de la Coubre la diminution se manifeste dès qu'on pénètre sous le couvert des Pins. Dans d'autres lieux elle est encore plus marquée. Ainsi, deux échantillons de sable recueillis vers le milieu de la belle *conche* de Pontaillac, près de Royan, m'ont donné, l'un 6,96 et l'autre 7,00 de carbonate de chaux; à 600 mètres environ, dans le bois de Pins au delà des chalets, je n'en ai plus trouvé que 3,47. Or, le sable de la forêt ne peut provenir que de la *conche*; et il y a identité physique complète entre les deux sables, dont les grains sont plutôt anguleux qu'arrondis; tandis qu'à la Pointe de la Coubre et à la Brisquette, les grains sont roulés et ressemblent à des galets minuscules. Le sable de Pontaillac renferme, en outre, beaucoup plus de mica.

» On a prétendu qu'une partie de la chaux des sables maritimes provient directement du carbonate en dissolution dans les eaux de la mer. Cela ne me semble point impossible, et je n'ai aucune intention de révoquer en doute les exemples qui ont été cités. Mais je dois affirmer que le calcaire des sables dont j'ai fait l'analyse a son origine dans les débris coquilliers. Sous le microscope, en effet, quand on laisse arriver peu à peu l'eau acidulée sur le porte-objet, il est absolument impossible de constater l'effervescence, même la plus passagère, autour des grains insolubles qui forment la presque totalité du sable, et qui sont du quartz vitreux, du silex jaune et brun, de la lydienne noire, du fer magnétique, plus rarement du mica. Toute l'effervescence provient des fragments de coquilles autour desquels les bulles se dégagent tumultueusement au premier contact de l'acide, et qui se dissolvent sans résidu, sauf de rares parcelles de couleur presque noire, qui laissent après elles une sorte de nuage brun et quelques granulations ou filaments de nature organique.

» Au point de vue du boisement des dunes, l'étude des sables est du plus haut intérêt. L'essence qui réussit le mieux dans le sud-ouest, et que toutes les convenances semblent recommander, c'est certainement le Pin maritime. Mais il ne donne des produits rémunérateurs que dans les sols presque totalement privés de calcaire, la chaux exerçant sur lui une influence nuisible,

ainsi que l'ont démontré MM. Fliche et Grandeau ([1]). Il appartient donc à la catégorie des végétaux calcifuges. Le Pin maritime a d'ailleurs à lutter contre le terrible vent de la mer, qui déprime, dessèche et noircit toutes les lisières des plantations : motif de plus pour ne pas le mettre aux prises avec un sol ingrat. Cet arbre ne réussit que dans les lieux où prospèrent l'Ajonc et le Genêt à balais; d'où l'on peut conclure qu'il devienti mpropre à la culture dès que le calcaire représente une quantité de chaux caustique dépassant 0,03 ou 0,04. On aurait alors avantage à le remplacer par une autre essence indifférente à la nature du milieu; peut-être le Pin silvestre, qui forme de magnifiques futaies dans le sable pur de la Baltique, en Courlande et ailleurs. Mais c'est aux forestiers qu'il appartient de prononcer en dernier ressort. Je veux seulement établir que les tentatives de reboisement doivent toujours être dirigées par une analyse chimique du sol, ou tout au moins par des essais à l'acide chlorhydrique, l'activité de l'effervescence indiquant suffisamment la teneur approximative en calcaire. Ces essais sont absolument indispensables, quand on veut repeupler les sables maritimes, dont la composition chimique varie d'une manière si extraordinaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Différences barométriques entre stations voisines suivant la direction du vent.* Note de M. E. **Renou** (2e Note), présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans une précédente Note ([2]), j'ai fait voir comment les différences des hauteurs barométriques, au parc de Saint-Maur et à l'Observatoire de Paris, varient suivant la température. Elles varient aussi suivant la direction du vent; les premières de ces variations sont proportionnelles à la distance verticale des deux stations, les secondes à leur distance horizontale.

» Les chiffres que j'ai utilisés se rapportent à la même période du 1er juillet 1873 au 31 décembre 1877; mais ils sont moins nombreux, parce que je les ai rapprochés de la direction du vent observée au Parc pendant le jour. Voici les résultats moyens pour les quatre ans et demi :

DIFFÉRENCES BAROMÉTRIQUES ENTRE LE PARC DE SAINT-MAUR ET L'OBSERVATOIRE DE PARIS, SUIVANT LES DIFFÉRENTS VENTS.

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1,86	1,84	1,87	1,89	1,94	1,95	1,99	2,04	2,03	2,05	1,99	1,95	1,92	1,89	1,86	1,86

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, 1873.

([2]) *Comptes rendus*, p. 358 du précédent volume.

» Ce tableau et surtout la courbe ci-jointe, montrent que les plus grandes différences ont lieu par les vents du nord et du sud, les différences moyennes par les vents d'est et d'ouest.

» La loi qui préside à ces variations n'est autre que celle des cyclones, indiquée pour la première fois, en 1801, par le colonel anglais Capper, remise en lumière plus de vingt ans après par Redfield, de New-York, puis par Piddington et devenue vulgaire depuis une vingtaine d'années.

» Il est remarquable que cette loi se manifeste aussi bien dans un espace de quelques kilomètres que sur l'Europe entière, à la condition seulement que les observations soient très-précises.

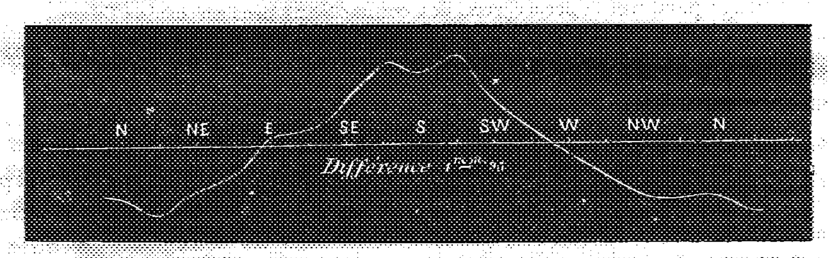
» Kämtz, qui en 1840 s'est occupé le premier, je crois, de la variation des différences barométriques de deux observatoires suivant les différents vents a trouvé, en comparant les observations simultanées de Berlin, Paris et Zurich, que la plus grande différence a lieu quand le vent souffle perpendiculairement à la ligne qui joint les deux stations et la moyenne quand le vent suit cette même ligne. Il en concluait seulement que ces faits se rattachaient à de grandes lois qu'on ne pouvait découvrir que par la comparaison d'un grand nombre d'observations simultanées et suffisamment distantes. Il ignorait à cette époque la loi de Capper.

» Dans la situation particulière des observatoires de Paris et du Parc, les effets du vent et de la température tendent à se compenser, surtout en hiver; le vent du sud, par exemple, correspondant aux plus grandes différences que l'excès de température tend au contraire à diminuer. Un effet tout à fait analogue a lieu avec les vents froids du nord-est; mais, lorsqu'un mois de juillet, par exemple, est très-chaud avec des vents dominants du nord-est, comme en 1859, on doit avoir les plus petites différences possibles entre les deux stations.

» Les minima extrêmes de la pression atmosphérique ayant toujours lieu par des vents de sud ou de sud-ouest, souvent violents dans ce cas, la différence des deux stations est au maximum; le baromètre descendra donc moins au Parc qu'à Paris, ce qui concorde avec le fait connu que les grands abaissements barométriques sont beaucoup moins prononcés à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Ces grands abaissements uniquement dus à des différences de température sont les plus grands possible sur les contours ouest, nord et est du gulfstream.

» On est étonné quand on considère quelle faible différence de pression suffit pour mettre l'atmosphère en mouvement. Dans notre tableau les différences par les vents de sud-sud-ouest, dépassent la moyenne normale de $0^{mm},12$, ce qui fait $0^{mm},01$ par kilomètre. Isolément on trouve des dif-

férences plus grandes, mais qui dépassent rarement $0^{mm},03$ ou $0^{mm},04$ par kilomètre. Or sur une plus grande échelle, embrassant par exemple la France et l'Angleterre, on trouve des nombres semblables. Un décroissement de $0^{mm},03$ par kilomètre est très-fréquent dans nos plus grandes tempêtes. Réduisant ces $0^{mm},03$ en une couche d'air, 10500 fois plus légère, nous trouverons que le courant aérien se meut alors sous l'influence d'une pente de 0,0003, absolument comme nos grands fleuves. Accidentellement, on peut rencontrer des différences plus considérables qui n'ont pour ainsi dire pas de limites. Aussi, pendant l'ouragan qui sévit aux environs de Rouen, le 19 août 1845, alors que Preisser voyait son baromètre descendre de 17 millimètres de midi à 1 heure, on aurait très-probablement trouvé des différences de plusieurs millimètres par kilomètre.



Différences suivant les vents

» La marche des différences barométriques entre le Parc et Paris suivant les différents vents ne s'écarte pas beaucoup d'une sinusoïde, et, en appelant D cette différence exprimée en millimètres, on a à peu près, $D = 1,93 - 0,1 \cos V$, V étant l'angle de la girouette avec le méridien du côté du nord. Mais la courbe réelle présente des inflexions qu'une plus longue série, je le crois, ne ferait pas disparaître. Le même travail avait été fait, il y a dix-huit mois, pour trois années dont le résultat était sensiblement le même. Je suis porté à reconnaître dans ces inégalités de la courbe une loi que j'ai aperçue déjà en calculant les hauteurs du baromètre par les différents vents; les résultats, traduits en courbes, montrent des ondulations qui sont tout à fait en rapport avec les distances du lieu d'observation à la mer, suivant les différents azimuts. Dans la courbe représentée ici, l'influence de la mer se manifeste dans le méridien : d'une part, la Méditerranée, de l'autre, la mer du Nord agissent pour diminuer l'amplitude de la courbe : c'est l'effet que la mer exerce sur tous les phénomènes météorologiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le coup de foudre qui a déterminé l'incendie du clocher de Toucy (Yonne), le 25 janvier 1878.* Note de M. L. Roché.

« Le 25 janvier 1878, à $1^h 30^m$ de l'après-midi, le vent soufflait du nord-ouest; un nuage épais, placé à une faible hauteur, vint à éclater, couvrant la terre de gros grêlons. Quelques minutes après, on entendit un coup de tonnerre, *un seul*, sec et prolongé, et, en même temps, la croix qui surmontait le clocher fut entourée comme d'un météore lumineux. Des personnes placées dans des maisons voisines de l'église virent sortir, de la base du clocher, deux boules de feu d'un diamètre de $0^m,30$ à $0^m,40$, distantes l'une de l'autre de $0^m,50$ environ, qui roulèrent avec une grande vitesse sur les marches de l'édifice, et ne tardèrent pas à se perdre, sans qu'on sût comment, après un trajet d'une vingtaine de mètres.

» Une femme, placée dans une chambre, à 15 mètres du clocher, fut portée à l'extrémité de cette chambre; un jeune homme qui passait dans le voisinage fut renversé à terre, et plusieurs autres personnes éprouvèrent des commotions plus ou moins fortes.

» Tous les témoins s'accordent à dire que l'on n'a vu aucun zigzag, mais une masse de feu enveloppant le sommet du clocher.

» Immédiatement après le coup de tonnerre, la grêle cessa, et fut remplacée par un ouragan de neige qui tomba en abondance pendant un quart d'heure.

» Ce n'est que quand cette tempête eut cessé, que l'on s'aperçut que le feu avait pris au clocher en deux points : l'un à la partie supérieure, du côté du nord-ouest; l'autre à la partie inférieure, du côté du sud-est; probablement, dans les deux points d'entrée et de sortie du fluide électrique.

» Toucy est situé sur les rives de l'Ouanne, petite rivière qui coule dans la direction du nord-ouest, au milieu d'un étroit vallon. La ville est abritée des vents du nord, du sud et de l'ouest par de hautes collines; aussi les orages, y sont-ils très-rares et passent-ils presque toujours à droite et à gauche, se divisant souvent et n'effleurant que très-légèrement la ville. La grêle n'y tombe qu'exceptionnellement; la foudre, pour ainsi dire, jamais.

» Toutefois, le 8 janvier 1873, dans des circonstances météorologiques absolument semblables, par un vent du nord-ouest, le tonnerre tomba sur une maison voisine de l'église, n'occasionnant que des dégâts insignifiants.

» L'église, construite sur les ruines d'un château-fort, occupe un mamelon qui domine la vallée. Son clocher, aujourd'hui complétement brûlé, haute flèche de charpente de 32 mètres, recouverte d'ardoises et légèrement inclinée, avait été construit au XVIe siècle, sur une tour romane octogonale dont le couronnement était placé lui-même à plus de 30 mètres du sol.

» On comprend que, dans la panique qui a suivi la nouvelle de l'incendie, personne n'ait songé à consulter le baromètre.

» Au moment de la chute du tonnerre, le bureau télégraphique, situé à 150 mètres de l'église, était fermé; à son retour, l'employé n'a rien constaté d'anormal dans ses appareils. »

M. L. Hugo adresse une Note sur le nombre des granulations de la surface du Soleil.

M. J. **Deschamps** adresse une Note relative à l'utilisation des marées, comme force motrice.

M. J. **Deschamps** adresse une Note relative à un nouveau système télégraphique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1878.

Recherches expérimentales sur les maxima électro-magnétiques; par M. Th. du Moncel. Paris, Gauthier-Villars, 1877; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, t. XXIII, XXIV, XXV. Bruxelles, F. Hayez, 1874-1877; 3 vol. in-4°.

Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles, 1833-1872 (supplément); *par* Ern. Quételet. Bruxelles, F. Hayez, 1876; in-4°.

Quelques nombres caractéristiques relatifs à la température de Bruxelles. Note de M. Ern. Quételet. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Quelques remarques à propos de l'hiver de 1876-1877. *Périodicité des hivers doux et des hivers chauds; par* M. A. Lancaster. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

La comète de Coggia, observée à Bruxelles; Note, par M. Quételet. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Aérographie ou étude comparative des observations faites sur l'aspect physique de la planète Mars; par M. F. Terby. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Note sur la température de l'hiver 1874-1875; *par* M. E. Quételet. Sans lieu ni date; opusc. in-8°.

De l'application du rhé-électromètre aux paratonnerres des télégraphes; par M. Melsens. Bruxelles, F. Hayez, 1877; opusc. in-8°.

(Toutes ces brochures sont extraites des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Notices extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1875 *et pour* 1876. Bruxelles, impr. Hayez, 1875-1876; 2 vol. in-18.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1877. Bruxelles, impr. Hayez, 1876; in-18.

Essai sur la vie et les Ouvrages de L.-A.-J. Quételet; par Ed. MAILLY. Bruxelles, F. Hayez, 1875; in-18 relié.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg; t. XX (2e série t. X). Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Bedelfontaine et Syffert, 1876-1877; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; nos 32 à 45, du 1er au 14 février 1878; in-4° autographié.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1878, janvier. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Étude de la quadrature du cercle; par l'abbé LAGAY. Lyon, impr. Albert, sans date; opusc. in-8°.

Les causes des phénomènes glaciaires et torrides. Justification; par J. PÉROCHE. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° (2 exemplaires).

Précis d'Histologie; par H. FREY, traduit de l'allemand par P. SPILLMANN et SESSELMANN. Paris, F. Savy, 1878; in-18.

Recherches expérimentales sur le mouvement simultané d'un pendule et de ses supports; par E. PLANTAMOUR. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1878; in-4° (2 exemplaires).

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles; t. XI, liv. 4 et 5; t. XII, liv. 1 à 5. Harlem, les héritiers Loosjes, 1876-1877; 7 liv. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 février 1878.)

Page 392, ligne 12, *au lieu de* loin de se suivre, *lisez* loin de se nuire.

N° 7.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 Février 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 7.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 8 (25 Février 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878



RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** informe l'Académie qu'un Comité vient de se constituer dans le but de recueillir des souscriptions volontaires destinées à ériger une statue à *Le Verrier*, en mémoire des grands travaux d'Astronomie dont la Science et le pays sont redevables à ce savant illustre.

Un registre de souscriptions est, dès aujourd'hui, ouvert à cet effet au Secrétariat.

CHIMIE. — *Sur la carburation du nickel par voie de cémentation.* Note de M. **Boussingault**.

« Le nickel possède quelques-unes des propriétés du fer. Il est magnétique, assez ductile pour être forgé, pour être étiré en fils d'un faible diamètre. Son point de fusion est très-élevé; dans un creuset brasqué, il donne un régule homogène, d'un blanc argentin, dans lequel il entre du carbone.

» Je me suis proposé de rechercher si, par la carburation, le nickel, comme le fer, durcirait par la trempe, s'il acquerrait de l'élasticité, et,

dans le cas où il en aurait été ainsi, il y avait lieu d'examiner si ce métal, porté à un certain degré de carburation, ne communiquerait pas à l'acier quelques qualités particulières, par exemple celle de le rendre moins oxydable.

» J'ai dû constater d'abord si le nickel s'unirait au carbone par voie de cémentation, en formant un composé analogue au fer cémenté.

» I. Du nickel fondu en creuset de terre et coulé en moule pour obtenir une plaque de 1 centimètre d'épaisseur, employée pour la nickelisation au moyen de la pile, a été mis le 25 avril dans une des caisses d'un four à cémenter de l'usine Jacob Holtzer, d'Unieux.

» Le métal ne contenait pas de carbone, mais de petites quantités d'arsenic, de fer et de cuivre. On le retira du cément le 17 mars, après être resté vingt-deux jours à une chaleur modérée. La surface de la plaque était nette, sans aucune des ampoules que l'on remarquait sur les barres de fer soumises, dans le cément, à la même température; à l'intérieur le nickel n'avait pas changé d'aspect : aucun grain, la dureté était la même qu'avant la cémentation.

	Poids de la plaque.
Avant la cémentation	1384,00 gr
Après la cémentation	1389,25
Augmentation de poids	5,25

» On dosa, dans la plaque cémentée, 0,004 de carbone combiné, sans trace de graphite, ce qui indiquait la présence de 5gr,56 de carbone dans le métal pesant 1389gr,25. Retranchant le carbone trouvé 5gr,56, on a :

Pour le poids de la plaque, déduction faite du carbone	1383,69 gr
Avant la cémentation elle pesait	1384,00
Perte éprouvée	0,31

soit 0gr,00022 du poids initial.

» L'acquisition en carbone ayant été très-minime, on remit le métal dans une brasque neuve renfermée dans une boîte en forte tôle, que l'on plaça dans une des zones les plus chaudes de la caisse à cémenter, où elle resta pendant trente et un jours. Malheureusement, par suite à une forte carburation, la tôle entra en fusion, et, lorsque l'on déchargea le four, on trouva la plaque de nickel soudée par une de ses extrémités à une barre d'acier poule. Il devint alors impossible de connaître quelle avait été l'augmentation de poids attribuable au carbone. L'analyse exécutée sur la partie la plus éloignée du point où s'était opéré le soudage avec le fer indiqua une teneur de 0,006 de carbone combiné, mêlé à une trace de graphite.

	Carbone.
La plaque, qu'on cémenta une deuxième fois, pesait, après qu'on eut prélevé la prise d'essai, 1388 grammes, contenant	5,56
D'après le carbone dosé, elle aurait dû peser 1390^{gr},78 contenant..	8,85
Ayant acquis environ	2,80

» La proportion de 0,006 de carbone entrant dans le nickel, après deux cémentations successives, est celle que l'on rencontre dans les aciers doux. J'ai dû rechercher si, en fondant le métal en creuset brasqué, c'est-à-dire en le laissant en contact avec du charbon à une température bien supérieure à celle du four à cémenter, on ne réussirait pas à en augmenter la carburation.

» Le culot qu'on obtint en opérant la fusion du nickel déjà cémenté dans une brasque de charbon pur (charbon de sucre) renferma :

Carbone combiné..	0,0080
Graphite..........................	0,0165
Carbone total.............	0,0245

» Malgré cette forte carburation, correspondant à celle d'un acier très-dur, le nickel avait conservé l'aspect, la ductilité qu'il possédait avant la fusion. Il est remarquable que le carbone acquis au contact de la brasque ait été retrouvé à l'état de graphite.

» II. Dans l'expérience que je vais décrire, on a soumis à la cémentation une petite barre de nickel forgé, que je dois à l'obligeance de M. Christofle : elle avait une épaisseur de 5 millimètres; le métal provenait d'un minerai récemment découvert dans la Nouvelle-Calédonie. L'analyse donna pour sa composition :

Carbone combiné.............	0,0085
Graphite....................	0,0000
Silicium....................	0,0014
Manganèse.	trace.
Cuivre.....	0,0000
Fer.	0,0072
Nickel, par différence.........	0,9829
	1,0000

» Les 0,0085 de carbone provenaient, vraisemblablement, de ce que le culot étiré en barre avait été obtenu dans un creuset en plombagine. Le métal était compacte, gras sous la lime, se laissant facilement entamer par le couteau.

» La barre, introduite dans un creuset de terre rempli de charbon neuf,

fut placée dans la zone la plus chaude d'une caisse à cémenter, où elle resta pendant un mois. Voici le résultat :

	Poids de la barre.
	gr
Avant la cémentation....	201,907
Après la cémentation.	201,857
Perte.	0,050

» L'analyse montre que, nonobstant cette perte, il y avait eu acquisition d'une notable quantité de carbone. On dosa, en effet, dans la barre cémentée :

Carbone combiné.	0,0110
Graphite.	0,0015
Carbone total... ...	0,0125

	Poids du nickel.	Carbone combiné.	Graphite.
	gr	gr	
Avant la cémentation..	201,907	1,716	0,000
Après la cémentation...... ..	201,857	2,220	0,303
Différences... .	−0,050	+0,504	+0,303

» Le carbone contenu représente celui qu'on rencontre dans les aciers à outils, susceptibles d'acquérir de la dureté et de l'élasticité par la trempe.

» Après la cémentation, la barre de nickel ne présentait aucune ampoule à la surface. Le métal avait conservé sa teinte argentine ; la compacité, la ductilité, la douceur étaient les mêmes. On en détachait des copeaux au moyen d'un couteau ; quoique fortement carburé, le nickel n'est pas devenu plus dur par la trempe. Sa densité a été trouvée égale à 8,25, seulement un peu inférieure à celle qu'on attribue au nickel pur, 8,7 à 8,8.

» Il ressort de ces expériences que, tout en se combinant au carbone, le nickel n'acquiert pas comme le fer les propriétés que l'on trouve dans l'acier. Il resterait à savoir si, après la carburation, il conserve mieux le magnétisme que lorsqu'il est pur. C'est une question qu'étudie en ce moment M. Henri Becquerel, auquel j'ai remis un échantillon de nickel cémenté.

» Le nickel uni au carbone n'ayant pas la faculté de prendre de la dureté, de la résistance à la traction et de l'élasticité, il n'y aurait aucun intérêt à l'unir à l'acier, si ce n'est pour le rendre moins oxydable. Berzélius assure que le fer météorique, toujours nickélifère, garde son éclat métallique à l'air humide. En adoptant l'opinion de l'illustre chimiste, il y avait lieu de penser qu'en faisant entrer du nickel dans l'acier, on parviendrait à le préserver de la rouille. Je fis sur ce sujet des essais assez nombreux, en alliant à 100

d'acier 5, 10, 15 de nickel. Les alliages, après avoir été forgés et polis, prirent tous une fort belle apparence; mais on reconnut bientôt que l'acier nickelé, fait dans la limite des proportions indiquées ci-dessus, maintenu en barre ou en limaille, sous une légère couche d'eau, se rouillait comme l'acier exempt de nickel, et quelquefois même il arriva que l'oxydation eut lieu plus rapidement. Je me serais, au reste, dispensé de faire ces expériences si je m'étais rappelé que Faraday et Stodart avaient déjà constaté, il y a une cinquantaine d'années, que l'alliage d'acier et de nickel a une grande tendance à se couvrir de rouille. J'ai eu d'ailleurs l'occasion de reconnaître durant le cours de ces recherches que deux fers météoriques, l'un tombé à Lenarto, l'autre dans la province de Charcas (Amérique méridionale), et dans lesquels il y a 5 à 7 de nickel pour 100, donnent des limailles très-promptement oxydables sous l'influence de l'air et de l'eau.

» Cependant, il est hors de doute que certains fers météoriques échappent à la rouille : tel est celui de Santa-Catarina (Brésil), dans lequel M. Damour a dosé 34 de nickel pour 100; durant plus d'un mois, nous avons tenu sous l'eau de la limaille sans qu'il y ait eu la moindre oxydation. L'inaltérabilité de ce fer tient certainement à la très-forte proportion de nickel entrant dans sa constitution : la preuve, c'est qu'en fondant 63 parties d'acier avec 37 parties de nickel, j'ai eu un alliage très-homogène, malléable et tout aussi résistant à l'action de l'eau que le fer de Santa-Catarina. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau produit d'oxydation du plomb et sur quelques phénomènes de dissociation.* Note de M. **H. Debray.**

« 1. La belle substance rouge, connue sous le nom de *minium,* se prépare, comme on le sait, en soumettant à l'action prolongée de l'air du protoxyde jaune de plomb (massicot) très-divisé, que l'on maintient à une température d'environ 500 degrés, pendant toute la durée de l'oxydation. Dans cette suroxydation, le massicot peut fixer 2, 3 pour 100 de son poids d'oxygène, en se transformant en un oxyde qui répond à la formule Pb^3O^4; mais, dans la plupart des produits du commerce, une portion du massicot échappe à l'oxydation, ce qu'il est facile de constater par l'examen microscopique, ou mieux encore en traitant le minium impur par une solution concentrée de potasse ou d'acétate de plomb, qui dissout le massicot sans toucher à l'oxyde salin.

» Ces faits ont été établis en 1832, par M. Dumas, dans son travail classique sur les miniums. Il a admis, en outre, que le minium (Pb^3O^4) résultait

de la combinaison du bioxyde de plomb et du protoxyde, suivant la formule $Pb^3O^4 = 2PbO, PbO^2$, parce que l'action des acides, même les plus faibles, dédouble cette substance en bioxyde insoluble et en protoxyde qui passe à l'état de sel. Cette conclusion généralement acceptée a reçu, des recherches de M. Fremy sur les acides métalliques, une remarquable confirmation. Le bioxyde de plomb est un véritable acide, donnant avec les alcalis des sels cristallisés, par l'intermédiaire desquels on peut obtenir le minium par voie de double décomposition, comme tout autre sel insoluble.

» Berzélius est peut-être le seul chimiste qui ne se soit pas rallié à cette opinion. D'après lui, le minium devait résulter de la combinaison d'un sesquioxyde de plomb avec le protoxyde de ce métal, comme l'oxyde magnétique de fer et tous les autres oxydes salins. Il avait cru autrefois isoler ce sesquioxyde, encore inconnu jusqu'ici, par l'action ménagée de l'acide acétique étendu sur le minium, et, quoiqu'il eût reconnu son erreur sur ce point particulier, après le travail de M. Dumas, il avait néanmoins persisté dans sa manière de voir, à l'appui de laquelle il citait une expérience de Winkelbleck, que sa critique, ordinairement si ferme et si éclairée, eût dû accueillir avec moins de faveur. D'après Winkelbleck, on obtiendrait le sesquioxyde de plomb, en oxydant par les hypochlorites l'oxyde de plomb dissous dans la potasse; mais cette action des hypochlorites, suffisamment prolongée, comme celle de l'acide acétique dilué sur le minium, conduit toujours au bioxyde de plomb, sans s'arrêter à aucun produit intermédiaire de composition constante. Le prétendu sexquioxyde, obtenu par les hypochlorites, n'est qu'un mélange, à proportions variables, de protoxyde et de bioxyde de plomb. Il existe cependant un sesquioxyde de plomb, ou plutôt une combinaison d'acide plombique et de protoxyde, à équivalents égaux, correspondant par conséquent au plombate de potasse cristallisé de M. Fremy ($KO, PbO^2 + Aq$) et se comportant vis-à-vis des acides comme un véritable oxyde salin. Il se forme dans des conditions particulières, que je vais indiquer avec quelques détails, parce que sa production intéresse, comme on va le voir, la théorie de la dissociation.

» 2. Lorsqu'on chauffe de l'oxyde puce ou bioxyde de plomb à la température de 440 degrés [1] dans un appareil d'où les gaz se dégagent sous la

---

[1] Cette température et celle de 350 degrés sont obtenues dans les appareils que MM. Deville et Troost ont imaginés dans leur grand travail sur les densités des vapeurs. Ils sont chauffés par la vapeur du soufre et du mercure maintenus à l'ébullition.

pression atmosphérique, on obtient d'abord un dégagement très-rapide d'oxygène, qui se ralentit peu à peu. Après quatre ou cinq heures de chauffe, il est à peu près nul; en ce moment l'oxyde puce est transformé en minium (Pb^3O^4).

» L'oxydation du massicot, dans l'air et même dans l'oxygène pur, sous la pression ordinaire et à une température égale ou supérieure à 440 degrés, ne peut donc pas donner de produit plus oxydé que le minium, puisque tout produit de ce genre, chauffé à cette température, aurait, d'après l'expérience précédente, une tension de dissociation supérieure à la pression atmosphérique.

» L'oxyde puce de plomb, chauffé à la température de 350 degrés seulement, se décompose rapidement d'abord, mais le dégagement se ralentit bientôt; et si, lorsqu'il est devenu insignifiant, on arrête l'opération, on trouve que la matière s'est transformée en sesquioxyde de plomb, ou mieux en plombate neutre de protoxyde (PbO, PbO^2), qui se présente sous forme de poudre brun verdâtre, intermédiaire par sa composition, comme par l'ensemble de ses réactions, entre le minium et le bioxyde de plomb.

» Inversement, et comme on devait s'y attendre, ce produit se forme quand on fait passer un courant d'oxygène ou même d'air à la pression ordinaire, sur du protoxyde de plomb, ou mieux sur du carbonate de plomb chauffé à 350 degrés. Si donc les chimistes n'ont pas signalé jusqu'ici de produit d'oxydation direct du plomb supérieur au minium, cela tient surtout à ce qu'ils ont opéré à des températures supérieures à 350 degrés et dépassant probablement 440 degrés, parce que, dans ces conditions seulement, l'oxydation du massicot ou de la céruse marche avec quelque rapidité.

» A 350 degrés, en effet, l'oxydation de ces matières est très-lente et, comme on va le voir, donne lieu à un phénomène plus complexe qu'on ne pourrait le supposer tout d'abord.

» La transformation du protoxyde de plomb en sesquioxyde n'est jamais complète; il en est de même pour le carbonate précipité qui s'oxyde plus rapidement et plus complétement que l'oxyde. Un peu plus des $\frac{4}{5}$ de la matière seulement passe à l'état de sesquioxyde après sept ou huit heures de chauffe à 350 degrés. Si l'on continue, l'oxydation, loin d'augmenter, diminue au contraire, très-lentement il est vrai; mais, si l'on prolonge l'opération durant huit jours, la matière tout entière est ramenée à l'état de minium.

» Le sesquioxyde de plomb se transforme donc, peu à peu à 350 degrés

et rapidement à 440 degrés, en minium qui n'est pas susceptible de se suroxyder dans l'air, ni même dans l'oxygène pur. Ce phénomène est l'analogue de celui que l'on observe avec le sesquioxyde de fer, qui se transforme, à une température élevée, en oxyde magnétique, incapable de se réoxyder ensuite à aucune température et de reproduire le sesquioxyde, quoique celui-ci puisse prendre naissance par l'oxydation directe du fer, ou de son protoxyde, à une température convenable.

» 3. J'ai dit que le carbonate de plomb était la substance qui se prêtait le mieux à la production du sesquioxyde par la voie de l'oxydation. L'oxyde de plomb, que l'on en retire en décomposant ce carbonate à 350 degrés dans le vide, s'oxyde aussi très-facilement et fournit une matière riche en sesquioxyde; mais l'oxyde préparé à 440 degrés, et maintenu plus ou moins longtemps à cette température, s'oxyde moins rapidement et fournit d'autant moins de sesquioxyde qu'il a été plus longtemps chauffé. Du protoxyde, provenant de la décomposition du carbonate de plomb à 440 degrés, que l'on a maintenu durant quarante-huit heures à cette température, ne donne plus que du minium lorsqu'on le chauffe à 350 degrés dans une atmosphère d'oxygène.

» Il en est de même de l'oxyde cristallisé, préparé en faisant bouillir une solution d'un sel de plomb avec un léger excès d'alcali. Cet oxyde, chauffé dans les conditions précédentes, met plus de huit jours à se transformer intégralement en minium; sa suroxydation est évidemment trop lente pour conduire au sesquioxyde, d'après ce qui a été dit de l'action destructive de la chaleur sur ce dernier composé.

» 4. Le sesquioxyde de plomb ne se décompose pas sous l'influence de la chaleur, comme le font, en général, les composés directs, tels que le carbonate de chaux. Ceux-ci, chauffés dans un espace limité, à une température où leur décomposition commence, cessent de se décomposer quand la tension du gaz dégagé dans l'appareil a acquis une valeur déterminée, dépendant seulement de cette température.

» Cela tient à ce que le corps solide et le corps gazeux, séparés par la chaleur, tendent à se combiner de nouveau, et, quand la tension du gaz est devenue suffisante, cette tendance contre-balance exactement l'action destructive de la chaleur et la limite.

» Mais le sesquioxyde de plomb se dédouble en oxygène et en minium qui, au moins dans les circonstances indiquées ci-dessus, est incapable de se réoxyder. Ce sesquioxyde se comportera donc, sous l'influence de la chaleur, comme le carbonate de plomb ou tout autre composé indirect, c'est-

à-dire séparable en éléments que l'on ne peut réunir dans aucune condition de température et de pression. De tels corps, portés à une température où commence la séparation de leurs éléments, se décomposent intégralement, si on les y maintient un temps suffisant. La rapidité de cette décomposition augmente avec l'élévation de température, mais dans aucun cas la pression du gaz dégagé, si grande qu'elle soit, ne paraît la limiter.

» On ne peut donc pas dire que tout composé formé directement éprouvera nécessairement une décomposition limitée à une température donnée. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que les éléments de ce corps, séparés par la chaleur, soient aptes à se combiner de nouveau. En réalité, la plupart des composés obtenus directement satisfont à cette condition, mais dans certains cas l'influence de la chaleur peut modifier l'état du corps et le rendre impropre à contracter des combinaisons qu'il est capable de former quand il a été obtenu dans des conditions différentes.

» Avec cette restriction, il sera toujours facile de prévoir le mode de décomposition des corps qui se détruisent en donnant un corps solide et un gaz.

» Ainsi la décomposition du carbonate de chaux sera toujours limitée, au moins pour les températures où l'acide carbonique est indécomposable, parce que la *chaux pure*, si fortement chauffée qu'elle soit, conserve toujours la faculté de se combiner à l'acide carbonique. La décomposition de l'hydrate de magnésie sera limitée ou illimitée, suivant les circonstances de température où on l'effectuera. A une température peu élevée, la magnésie dégagée de sa combinaison conserve la propriété de s'hydrater; l'hydrate de magnésie est alors comparable au carbonate de chaux. Mais à une haute température la magnésie perd la propriété de s'unir à l'eau; son hydrate devient alors comparable au carbonate ou au sesquioxyde de plomb. Aucune tension de vapeur d'eau n'est capable de limiter sa décomposition. »

COSMOLOGIE. — *Imitation des cupules et érosions caractéristiques que présente la surface des météorites, dans une opération industrielle, par l'action d'un courant d'air rapide sur des pierres incandescentes.* Note de M. **Daubrée.**

« M. Suess, professeur de Géologie à l'Université de Vienne, m'a fait l'honneur de m'adresser un échantillon, comme confirmation de l'explication des cupules et érosions caractéristiques de la surface des météorites

que j'ai déduite d'expériences faites à l'aide des gaz comprimés et fortement échauffés de la poudre et de la dynamite ([1]).

» Cet envoi est accompagné de l'indication ci-jointe :

« Mon ami et ancien élève, M. Hauenschild, ingénieur d'une grande usine à ciment, ayant lu vos derniers Mémoires sur les météorites, vient de me communiquer l'observation qui suit :

« Une nouvelle méthode de fabrication du ciment de Portland demande un refroidissement très-rapide des pierres cuites. En conséquence, les pierres chauffées au blanc sont exposées à un courant forcé d'air froid. Dans les parties où les masses chaudes sont frappées par le courant, leur aspect anguleux change complétement ; il se produit une superficie lisse, avec de nombreuses cavités, qui ressemble tout à fait à la surface d'une météorite. »

» M. Hauenschild ajoute que, au moment où le courant d'air frappe la pierre chauffée au blanc, il s'en détache une poussière brûlante et formée des aspérités de la pierre. L'aspect semblable à celui d'une météorite s'acquiert seulement sur la partie où le courant possède la force suffisante pour former cette poussière.

» J'ai prié mon ami de me donner pour vous un échantillon, que je prends la liberté de vous envoyer ; il présente à la fois, d'un côté, la surface météoritique, et de l'autre, la surface âpre. »

» La ressemblance de cet échantillon, que je mets sous les yeux de l'Académie, est d'autant plus frappante que la pierre à ciment calcinée dont il s'agit est d'un noir mat, comme la croûte des météorites communes. Comme terme de comparaison, je présente également une météorite tombée à Pultusk ; sur cette dernière, comme sur l'imitation artificielle, on remarque une *encoche* ayant la même forme de part et d'autre, et qui est due à l'action des gaz.

» Après avoir montré, par des expériences, en quoi consiste l'action érosive des gaz, à de hautes températures et sous de fortes pressions, qui pulvérisent les corps qui leur sont soumis et qui tendent à les tarauder par leurs mouvements gyratoires, j'ajoutais que cette action mécanique est en général accompagnée et renforcée d'une action chimique, qui est due à la nature combustible à assez haute température des roches météoritiques ([2]). D'après la composition chimique de la pierre à ciment, on voit que, dans le cas qui se rapporte à cette pierre, c'est l'action mécanique qui a la part principale dans l'érosion. »

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 949 ; t. LXXXIV, p. 413 et 526 ; t. LXXXV, p. 115-253-314.

([2]) *Ibid.*, t. LXXXII, p. 954, et t. LXXXIII, p. 418.

ACOUSTIQUE. — *Note sur une nouvelle brochure de* M. Hirn, *intitulée :* La Musique et l'Acoustique ; par M. **Faye**.

« Je désire soumettre à l'Académie quelques réflexions sur une importante publication de notre savant Correspondant, M. Hirn ; il s'agit d'une brochure intitulée : *La Musique et l'Acoustique, aperçu général sur leurs rapports et leurs dissemblances.*

» Après avoir exposé les progrès étonnants que l'Acoustique expérimentale vient d'obtenir dans l'étude du son, de sa nature, de son timbre, etc., M. Hirn s'attache à montrer la différence qui existe entre la gamme théorique et la gamme tempérée que les musiciens ont été conduits à accepter dans la pratique. Il fait voir, par une expérience facile à réaliser sur le violon, l'impossibilité radicale de rendre rigoureusement justes tous les accords dérivés de la seule gamme en *ut* majeur. Passant ensuite aux gammes formées en d'autres tons, il retrouve les mêmes difficultés; puis il examine la question de savoir s'il y aurait avantage à s'en tenir aux combinaisons exactes, et à renoncer aux tempéraments adoptés dans la pratique musicale.

» Quelques savants éminents, M. Helmholtz en Allemagne, M. Blaserna en Italie, etc., se sont prononcés pour l'affirmative. Le premier en a même fait l'expérience à l'aide d'un harmonium construit de manière à permettre de jouer, à volonté, tantôt avec la gamme scientifique, tantôt avec la gamme tempérée. Bien qu'on obtienne dans le premier cas des résultats remarquables, M. Hirn se prononce contre une réforme qui aurait pour effet de réduire considérablement les ressources de l'art.

» L'auteur examine en terminant si la Science peut expliquer l'action que les sons et leurs combinaisons musicales exercent si puissamment sur nous. Le lecteur le suivra avec un profond intérêt sur ce terrain nouveau. Si pourtant il m'était permis de glisser ici une réflexion toute personnelle, à propos de cette savante discussion, je rappellerais que la musique peut être fondée sur des principes totalement différents des nôtres, sans perdre le moins du monde de son action sur la partie sensitive de l'organisme humain. Celle des Orientaux produit sur eux de puissants effets. Je l'ai constaté moi-même en Égypte et j'ai cherché en vain à m'en rendre compte; car si, après d'assez nombreuses auditions de leurs orchestres, je suis parvenu à saisir les passages qui devaient impressionner l'auditoire, et à imiter un peu d'avance les manifestations qui remplacent chez eux nos applaudisse-

ments, je n'y ai jamais éprouvé le moindre plaisir. C'est comme si j'avais entendu des orateurs exprimer des sentiments certainement gracieux ou énergiques dans une langue totalement inconnue.

» Quoi qu'il en soit, les artistes et les physiciens reconnaîtront avec M. Hirn que la Science n'est nulle part étrangère à l'art; elle le côtoie, pour ainsi dire, sans prétendre se confondre avec lui, et c'est là ce qui donne à cette remarquable brochure le double charme d'une œuvre à la fois utile et élevée. »

ASTRONOMIE. — *Sur les dernières Communications de M.* Broun *et sur une Note de M.* Jenkins (of the Inner Temple) *relative aux taches du Soleil et au magnétisme terrestre;* par M. **Faye.**

« M. Broun vient d'adresser à l'Académie deux Notes intéressantes sur la période de 26 jours dans les variations du magnétisme terrestre; cet envoi a été déterminé par une autre Note que j'avais lue moi-même l'an passé à l'Académie sur la *Météorologie cosmique*. Je dois faire remarquer que je n'ai point élevé de doutes sur l'existence d'une période de ce genre, établie par de très-habiles observateurs; je me suis borné à critiquer l'analogie qu'on a essayé d'établir entre ces phénomènes et la rotation du Soleil. La conclusion de M. Broun me semble donner à croire qu'il n'insiste pas lui-même sur cette analogie.

» Dans la Note susdite, je signalais les divergences des observateurs en ce qui concerne les deux périodes des taches et des variations de la déclinaison. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie un Mémoire de M. Jenkins, qui accentue encore plus ces divergences. L'auteur n'adopte ni les $11\frac{1}{10}$ années de M. Wolf, de Zurich, ni les $10\frac{1}{2}$ années de MM. Lamont et Broun, mais bien la durée de l'année anomalistique de Jupiter, $11\frac{9}{10}$ années. Conformément à des idées que j'ai combattues plusieurs fois, l'auteur admet que, si Jupiter exerce sur ces phénomènes une action prépondérante, les autres planètes en ont une aussi, moins marquée, il est vrai, mais facile à distinguer dans les accidents de la courbe des taches tout comme dans celle de l'aiguille aimantée. Je regrette de ne pouvoir insérer dans les *Comptes rendus* ces courbes dont l'étude forme l'objet du Mémoire de M. Jenkins. L'auteur fait remarquer, avec quelque raison, l'accord général des minima; cependant on y rencontre des déviations d'une année entière. Quant aux maxima, les désaccords vont parfois à deux années ($\frac{1}{5}$ de la période totale). »

PHYSIQUE. — *Sur les téléphones à pile.* Note de M. **Th. du Moncel.**

« Les téléphones à pile, dont on s'occupe beaucoup en ce moment et dont les types les plus intéressants sont ceux de MM. Edison et Richemond, ont été la première expression de cette importante invention. Le système décrit, il y a vingt-quatre ans, par M. Ch. B..., et dont j'ai déjà parlé, était disposé ainsi, et le téléphone de M. Richemond, décrit dans le *Telegraphic Journal* du 15 septembre 1877, p. 222, d'après une patente américaine, délivrée antérieurement à son auteur, était à peu près celui que M. Salet a décrit dans sa Note insérée aux *Comptes rendus* du 18 février dernier. Au premier abord, on pourrait croire que cette disposition devrait être la plus avantageuse, car, les courants employés pouvant avoir leur intensité augmentée à volonté, il était logique de penser que, pour accroître l'intensité des sons dans le téléphone ou la longueur de la distance à laquelle ils peuvent être transmis, il devrait suffire d'augmenter la force électromotrice du générateur électrique. Mais, par le fait, il est loin d'en être ainsi, et l'expérience a montré que généralement les téléphones de Bell, à courants induits, sont plus sensibles à distance que les téléphones à pile. Cette infériorité doit-elle être attribuée à l'altération des contacts du téléphone transmetteur par l'étincelle des courants voltaïques, ou au ralentissement de l'action magnétique de ceux-ci avec la distance, effets qui ne se produisent pas sensiblement avec les courants induits, en raison de leur origine et de leur instantanéité de production [1]? Il serait assez difficile, en ce moment, de se prononcer à cet égard; toujours est-il que cette infériorité existe, et avec elle sont tombées beaucoup d'illusions. Pourtant il ne faudrait pas se décourager, et les expériences qui viennent d'être faites à Cherbourg, par MM. Pollard et Garnier, sembleraient, au contraire, démontrer que là serait la véritable solution du problème, en ce qui touche l'application du téléphone à la télégraphie.

» Il résulte, en effet, des expériences des ingénieurs dont je viens de

---

[1] On peut comprendre que des courants instantanés, en déterminant une action magnétique brusque qui cesse presque aussitôt qu'elle s'est produite, et qui est en rapport avec leur intensité, se prêtent beaucoup mieux à des effets de vibration que des courants voltaïques qui, en passant par une période variable assez prolongée, pour de longs circuits, peuvent fournir des aimantations maxima au moment où celles-ci devraient cesser, effets qui entravent alors la vibration de la lame.

parler, que si, en employant pour téléphone transmetteur le système à plombagine d'Edison, et pour téléphone récepteur le système Bell, on fait passer le courant voltaïque à travers l'hélice inductrice d'un appareil d'induction de Ruhmkorff, dont le fil induit est relié à la bobine du téléphone récepteur, *celui-ci, qui n'aurait produit aucun son sous l'influence seule du courant voltaïque, pourra en produire de très-accentués sous l'influence des courants induits qui en proviennent*; on peut donc de cette manière *renforcer phonétiquement* les effets déterminés par les courants voltaïques. Si les vibrations de la lame du téléphone récepteur étaient semblables à celles du téléphone transmetteur, il est facile de concevoir qu'en substituant au téléphone récepteur un téléphone à la fois *récepteur et transmetteur*, ayant sa pile locale, ce dernier pourrait réagir comme un relais, grâce à l'intermédiaire de la bobine d'induction, et pourrait ainsi, non-seulement amplifier les sons, mais encore les transmettre à toute distance; mais il n'est pas prouvé que les vibrations des deux lames en correspondance soient de la même nature, et si les sons résultaient de rétractions et dilatations moléculaires, comme semblent l'indiquer les expériences de MM. Page, Henry et Wertheim sur les tiges électro-magnétiques résonnantes, le problème serait beaucoup plus difficile à résoudre. Ce sont des expériences à tenter, et les effets de renforcement que je viens d'indiquer les rendront évidemment beaucoup plus faciles. Sans entrer dans le détail des expériences que MM. Pollard et Garnier poursuivent avec activité, nous dirons que, pour obtenir les effets intéressants dont il vient d'être question, il n'est pas besoin d'un appareil d'induction énergique : une petite bobine de Ruhmkorff de 10 centimètres de longueur, présentant cinq couches de spires de fil n° 16 pour l'hélice inductrice et vingt couches de fil n° 32 pour l'hélice induite, suffit parfaitement pour faire qu'un téléphone de Bell, insensible à l'action du courant d'un élément de Daniell, transmette admirablement la parole aussitôt que ce courant a passé par cette bobine. On a même reconnu que cette amélioration des sons produits pouvait se faire avec des courants induits de deuxième ordre et même de troisième ordre, et les résultats sont d'autant meilleurs que le fil de la bobine du téléphone est plus fin. Aussi MM. Pollard et Garnier emploient-ils toujours maintenant du fil n° 42, ce qui donne à cette bobine une résistance de 150 à 200 kilomètres. On pourra s'étonner d'une semblable résistance, qui n'est nullement en rapport avec les lois des maxima électro-magnétiques, par rapport au circuit extérieur; mais il faut considérer que, dans les conditions

du téléphone, ce sont des courants induits, n'ayant que peu de quantité, qui sont en jeu, et que leur tension est suffisante pour vaincre, sans difficulté, de pareilles résistances. Cet avantage des bobines à fil fin se retrouve également avec les téléphones ordinaires, parce que les courants induits transmis sont d'autant plus intenses que les spires sont plus nombreuses.

» Nous n'insisterons pas davantage sur ces intéressantes expériences, voulant laisser à leurs auteurs le soin de les développer dans un travail complet qu'ils doivent présenter prochainement au Ministère de la Marine et postérieurement à l'Académie; mais nous ferons encore remarquer que, comme les mélanges et les dérivations à la terre sur les lignes télégraphiques affectent moins les courants voltaïques que les courants induits, il serait peut-être possible qu'avec ce système les bruits anormaux qui accompagnent les transmissions téléphoniques sur nos lignes aériennes fussent un peu affaiblis, ce qui serait encore un avantage.

» Quand, avec le système précédent, on emploie des courants forts, tels que ceux qui sont fournis par une pile à bichromate de potasse de *six* éléments ou de *douze* éléments Leclanché, les paroles peuvent être entendues à 50 ou 60 centimètres de l'embouchure du téléphone, et les sons musicaux peuvent être perçus à plusieurs mètres. Pour obtenir ces résultats, le transmetteur doit être disposé de la manière suivante :

» A l'une des extrémités d'une caisse cylindrique en bois est adaptée une plaque de fer-blanc ou de laiton de 15 à 20 centièmes de millimètre d'épaisseur, et au-dessus une embouchure. De l'autre côté on installe deux porte-crayons, disposés de manière à permettre d'élever ou d'abaisser les pointes de plombagine qu'ils portent, et ces pointes doivent toujours être en contact avec la lame métallique vibrante, sous une pression qui doit être réglée. Par cette disposition, on obtient deux systèmes transmetteurs qui peuvent agir isolément ou collectivement et qui, étant associés en *tension* ou en *quantité*, peuvent être appropriés aux différentes longueurs de circuits. Toutefois, MM. Pollard et Garnier ont reconnu que les effets produits avec ces deux modes d'association ne présentent de différences sensibles que sur les circuits résistants, et l'avantage est à l'association en tension.

» On se préoccupe du reste beaucoup, en ce moment, de renforcer les sons dans l'appareil lui-même, et bien que, d'après les expériences de M. A. Bréguet, on puisse faire fonctionner les téléphones avec des lames vibrantes très-épaisses, ce qui n'a rien d'étonnant, puisqu'un fer d'électro-aimant émet des sons sous l'influence d'un courant fréquemment inter-

rompu (¹), on a reconnu, cependant, qu'ils étaient d'autant plus sensibles que la lame vibrante était plus mince ; or, pour obtenir sous ce rapport le maximum d'action, M. E. Duchemin a eu l'idée de la composer d'une lame de mica excessivement mince, saupoudrée de fer porphyrisé, qu'il fixe sur la lame au moyen d'une couche de silicate de potasse. On peut, par ce moyen, d'après l'auteur, correspondre à voix basse. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans l'ébullition.* Note de M. **Favé**.

« Gay-Lussac a signalé le premier, dans les phénomènes de l'ébullition, des particularités très-importantes :

« J'ai reconnu, a-t-il dit, qu'un thermomètre dont j'avais pris le point de 100 degrés dans de l'eau bouillant dans un vase de fer-blanc, ne s'arrêtait pas au même terme dans un vase de verre, quoique toutes les circonstances me parussent d'ailleurs les mêmes. La différence que j'avais observée s'élevait à plus de 1 degré, et, comme je ne pouvais l'attribuer à d'autre cause qu'à la nature des vases, j'avais conclu que l'eau bout plus tôt dans un vase métallique que dans un vase de verre.

» Je n'avais pas, au surplus, prétendu donner la mesure absolue de la différence qu peut exister entre les termes de l'ébullition de l'eau dans un vase métallique ou dans un vase de verre; je crois, au contraire, qu'elle est variable selon la nature de chaque corps et, pour le même corps, selon l'état de sa surface; car il est probable qu'elle dépend à la fois et de la propriété conductrice pour le calorique et du poli des surfaces. Lorsqu'on entretient un matras à moitié plein d'eau en ébullition, on entend un bruit assez fort qui semble annoncer que l'ébullition se fait péniblement; les bulles de vapeur sont volumineuses, ne partent que de quelques points, et un thermomètre plongé dans l'eau éprouve de fréquentes variations. En substituant un vase de fer-blanc au vase de verre, le bruit est moins sensible, les bulles de vapeur moins grosses, mais plus nombreuses, les variations du thermomètre moins considérables et le terme de l'ébullition moins élevé. On peut s'en assurer d'une manière très-prompte en faisant bouillir de l'eau dans un matras en verre et en projetant quelques pincées de limaille de fer : à l'instant, l'ébullition se fera sensiblement comme dans un vase métallique. Au lieu d'eau, qu'on se serve d'acide sulfurique, la différence qu'on observe entre les termes de son ébullition dans les mêmes circonstances que l'eau sera très-considérable et souvent de plusieurs degrés...

» Toutes choses égales d'ailleurs, l'eau bout plus promptement dans un vase de verre où l'on a mis du verre en poudre que dans celui où l'on n'a rien mis. »

(¹) Le téléphone de M. Reiss, celui de MM. Cecil et Léonard Wray et celui de M. Elisha Gray sont fondés sur ce principe.

» Partant de ces données, Gay-Lussac trouva le moyen d'éviter les soubresauts dans la distillation de l'acide sulfurique.

« *Il suffit*, a-t-il dit, *de mettre dans la cornue quelques petits morceaux de fil de platine.* Il n'y aura plus de soubresauts, à moins qu'il ne se forme quelque dépôt au fond de la cornue; l'acide coulera sans interruption, et l'opération n'exigera aucun soin particulier. »

» Je crois être en état d'expliquer ces faits : Les ondes du spectre solaire ont des longueurs qui varient, pour le moins, depuis 220 jusqu'à 4800 millionièmes de millimètre. Chacune des vibrations de la matière, qui donnent naissance à ces ondes, possède une certaine quantité de force vive qui se manifeste par l'effet de la chaleur; seulement cette chaleur sera parfois trop petite pour être sensible à nos instruments. Dans le spectre solaire, la propriété calorifique croît depuis le violet où elle est faible jusqu'à une certaine distance au delà du rouge; après quoi elle décroît jusqu'au point où elle disparaît complétement. Ainsi la force vive des vibrations solaires augmente avec leur durée jusqu'à un maximum après lequel elle diminue. Il résulte de là une distinction à faire entre les vibrations dont les durées diffèrent, car deux matières dissemblables ne pourront pas toujours se communiquer, de l'une à l'autre, toute leur chaleur excédante. Ce n'est pas tout à fait là ce qui se passe dans le phénomène que nous examinons. Du fait que l'ébullition de l'eau s'opère dans un vase de fer-blanc et dans un vase de verre, on peut conclure que ces vases transmettent à l'eau, l'un et l'autre, toutes les vibrations nécessaires pour former sa vapeur; mais, si l'ébullition s'opère à une température plus élevée dans le verre que dans le fer-blanc, cela provient de ce que le verre a besoin d'une température plus haute que la température nécessaire au fer-blanc, pour être en état de donner à toutes les vibrations indispensables à la vapeur d'eau l'intensité qu'il faut dans la condition où elle se forme.

» Le système des vibrations du foyer, s'il n'est pas bien en rapport avec celui des vibrations du vase, peut devenir aussi une cause de retard pour l'ébullition. C'est à ces deux causes réunies qu'il y a lieu d'attribuer l'effet suivant : l'éther liquide, qui bout à 44 degrés quand on le chauffe à feu nu, a pu être amené jusqu'à 65 degrés en se servant d'un bain-marie.

» Pour expliquer le dernier des effets observés par Gay-Lussac, celui dont il s'est servi pour la distillation de l'acide sulfurique, je dirai que le fil de platine fournit sans doute quelques-unes des vibrations nécessaires à la vapeur de l'acide.

» La température d'ébullition de l'eau s'élève à 106 degrés dans un vase

de verre ayant contenu de l'acide sulfurique. Cela peut provenir de l'influence exercée par l'acide sur le système des vibrations du verre, mais cela peut aussi tenir à ce que l'acide aura chassé l'air adhérent au verre. La température d'ébullition a pu être portée, dans des tubes lavés à l'acide sulfurique, jusqu'à 135 degrés, avec de l'eau complétement privée d'air. L'influence exercée par l'air, ou en général par les gaz contenus dans un liquide, pour en faciliter l'ébullition, a été mise hors de doute par de nombreuses expériences, dont la plus concluante est celle-ci : une petite quantité d'air renfermée dans une sorte d'entonnoir en verre renversé et plongé dans l'eau privée d'air, d'un vase que l'on chauffe avec précaution, détermine la formation de bulles de vapeur que l'on voit partir continuellement de l'entonnoir, sans qu'il s'en forme aucune dans les autres parties du liquide. Nous pouvons conclure de là que la vapeur utilise, pour se former, certaines vibrations appartenant à l'air et qui n'existent pas encore dans l'eau, du moins avec une intensité suffisante. Cela explique alors comment l'air, qui est habituellement dissous dans l'eau, fait descendre la température de son point d'ébullition.

» Pour obtenir un liquide surchauffé, on commence donc par le faire traverser par un courant de bulles de vapeur pour lui enlever les gaz dissous. L'eau étant arrivée au-dessus du point habituel de son ébullition, on détermine la formation des bulles de vapeur en frottant la paroi intérieure du vase avec la pointe d'une tige convenable, et toutes les bulles partent du point du vase ainsi soumis à l'action du frottement.

» M. Gernez a produit la vapeur, par ce procédé, dans l'intérieur du petit entonnoir de verre renversé dont nous venons de parler, alors qu'il n'y restait aucune bulle d'air. Il a vu la formation des bulles de vapeur se reproduire chaque fois qu'il exerçait, avec un petit crochet, un frottement convenable; leur dégagement cessait à chaque interruption, sans qu'il y eût de fin à la reproduction du phénomène.

» Nous conclurons de là que le travail mécanique du frottement développait dans le verre des vibrations de durée et de densité convenables, qui communiquaient à la vapeur d'eau, avec leur force vive, quelqu'une de ses vibrations constitutives. Cette force vive était promptement absorbée par la vapeur, dont la formation s'arrêtait dès que le frottement avait cessé. Le développement, par le frottement, de vibrations qui n'existaient pas ou qui manquaient d'intensité, est ici tout à fait analogue à ce qui se passe quand le frottement fait naître la phosphorescence.

» Comme il est certain que le frottement du crochet contre le verre dé-

veloppe des vibrations, cela confirme le rôle que nous venons d'attribuer, dans les phénomènes que nous avons mentionnés, soit aux vibrations de l'air, soit aux vibrations du fil de platine, soit aux vibrations de la matière du vase. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Physique appliquée, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par le décès de M. *A.-C. Becquerel.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Edmond Becquerel obtient. . . . 47 suffrages.
M. Cornu. . . . . 1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 46,

M. Le Roux obtient. . . . . 35 suffrages.
M. Lipmann. . . . . 4 »
M. Cornu. . . . . 2 »
M. Mascart.. . . . . 1 »

Il y a quatre bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Edmond Becquerel**.
En seconde ligne. . . . . M. **Le Roux**.

RAPPORTS.

CINÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Haton de la Goupillière, *relatif aux lignes engendrées dans le mouvement d'une figure plane.*

(Commissaires : MM. Chasles, Phillips, Resal, de la Gournerie rapporteur.)

« M. Haton a soumis au jugement de l'Académie un Mémoire dans lequel il étudie diverses transformations de courbes obtenues par des considéra-

tions de Cinématique. Il établit tout d'abord deux formules qui permettent de déduire de l'équation d'une courbe plane celle d'une autre courbe située dans le même plan et transformée de la première d'après une loi déterminée, mais d'ailleurs quelconque, sous la réserve qu'à un point de l'une ne corresponde qu'un point de l'autre.

» L'auteur prend pour coordonnées le rayon de courbure ρ et l'angle ω que la tangente fait avec un axe fixe. Il emploie comme paramètres auxiliaires les coordonnées x et y d'un point de la courbe transformée, par rapport à la tangente et à la normale de la courbe primitive, au point homologue. Ces paramètres sont des fonctions déterminées des coordonnées ρ et ω de la courbe primitive, des rayons de courbure $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$, de ses n premières développées, de son arc s et des arcs $s_1, s_2, \ldots, s_m$, de ses m premières développantes.

» Le lieu cherché est représenté par les équations

$$\omega_1 = \omega - \operatorname{arctang} \frac{x' - y}{x + y' - \rho},$$

$$\rho_1 = \frac{[(x' - y)^2 + (x + y' - \rho)^2]^{\frac{3}{2}}}{(x' - y)^2 + (x + y' - \rho)^2 - (x + y' - \rho)(x'' - y') + (x' + y'' - \rho')(x' - y)},$$

x', y', x'' et y'' étant les dérivées complètes des deux premiers ordres des fonctions x et y par rapport à ω, seule variable indépendante.

» M. Haton signale des catégories de transformation dans lesquelles, bien que x et y conservent une certaine généralité, l'élimination de ρ et de ω entre les équations précédentes et celle de la courbe primitive est immédiatement obtenue.

» Pour avoir la courbe qui, d'après une certaine transformation, donnerait une ligne déterminée, on élimine ρ_1 et ω_1. L'auteur intègre dans certains cas l'équation différentielle à laquelle on parvient ainsi, et, dans d'autres, la ramène aux quadratures.

» Il étudie ensuite diverses questions relatives au mouvement d'une figure plane, ce mouvement étant défini par une courbe directrice sur laquelle une droite roule et en même temps glisse suivant une loi donnée. La première question examinée est relative à l'enveloppe d'une droite invariablement liée à celle qui roule sur la directrice. M. Haton trouve, pour déterminer cette ligne, une équation simple dans laquelle la loi du glissement et la forme de la courbe restent arbitraires. Il établit par cette formule la théorie des développoïdes, et il indique les solutions de plusieurs autres problèmes; puis, restreignant la généralité de la question, tout en

laissant la loi du mouvement arbitraire, il résout divers problèmes parmi lesquels nous citerons les suivants :

» 1° Quelle doit être la directrice C, pour qu'une droite de la figure enveloppe une courbe semblable à l'une des développées de C ou à l'une de ses développantes d'un ordre déterminé ?

» 2° Quelle doit être la directrice pour que deux droites de la figure enveloppent deux courbes dont les développées ou les développantes d'ordres déterminés seront semblables ?

» 3° En considérant des mouvements successifs sans glissement, tels qu'une courbe enveloppée dans l'un d'eux devienne directrice dans le suivant, quelle doit être la directrice initiale, pour qu'une certaine droite entraînée par le $n^{\text{ième}}$ mouvement ne cesse pas de passer par un point fixe.

» Les deux premières questions et toutes celles du même genre conduisent à des équations aux différences mêlées, parce qu'un point d'une des courbes comparées correspond dans l'autre à deux points différents dans les relations de transformation et de similitude. M. Haton donne un moyen général de ramener le problème à une équation différentielle ordinaire d'un ordre plus ou moins élevé.

» L'auteur examine ensuite les courbes trajectoires de points et les lieux du centre instantané, dans le plan et dans la figure mobile. Il traite à l'égard de ces lignes des questions analogues à celles que nous venons d'indiquer. Enfin, pour donner de nouvelles applications de ses formules fondamentales, il considère le mouvement comme défini par deux directrices enveloppes des deux côtés d'un angle.

» La question des figures mobiles dans un plan a donné lieu, dans ces dernières années, à des recherches importantes, parmi lesquelles nous devons citer celles que l'un de vos Commissaires, M. Chasles, vous a communiquées dans les séances du 8 février 1875 et du 21 février 1876; mais les problèmes que M. Haton a traités sont d'une nature différente, et il les a résolus par une méthode qui lui est propre.

» La Commission vous propose d'ordonner l'insertion de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur quelques conséquences de la constitution du spectre solaire.* Note de M. A. Cornu.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« La discussion de mes observations spectrales, résumées précédemment p. 101 et 315, m'a conduit à la conclusion suivante :

» *La position et l'éclat relatif des raies sombres du spectre solaire s'expliquent par l'action d'une couche absorbante existant sur le Soleil, couche dont la composition chimique serait analogue à celle d'aérolithes volatilisés.*

» Ce résultat conduit à des conséquences sur lesquelles je demande la permission d'attirer la bienveillante attention de l'Académie. Je les présente, d'ailleurs, avec toutes les réserves que comportent des questions aussi délicates.

» 1° *Probabilité d'une action magnétique directe sur le Soleil.* — Si la couche extérieure du Soleil contient, comme les aérolithes, une proportion considérable de vapeurs de fer, la masse absolue de ce métal répartie sur la surface du Soleil doit être très-grande, vu l'énorme diamètre de cet astre, et doit exercer une action appréciable sur les phénomènes magnétiques terrestres.

» On pourrait objecter que le fer, porté à l'incandescence, perd son action attractive sur l'aiguille aimantée ; cette diminution rapide avec la température a, en effet, été constatée, mais il n'est aucunement prouvé que ce qui reste de pouvoir magnétique soit rigoureusement nul ; il suffirait que le magnétisme spécifique de la vapeur de fer fût de l'ordre de l'attraction newtonienne, pour que l'action magnétique de la masse ferrugineuse du Soleil fût encore très-appréciable sur la Terre.

» Dans cette manière de voir, les variations diurnes de l'aiguille aimantée seraient dues à l'action magnétique directe du Soleil. Cette opinion, d'ailleurs, n'est pas nouvelle ; elle a été soutenue par des physiciens éminents, en particulier par le général Sabine, dans sa belle publication des observations magnétiques organisées par lui à la surface du globe. La relation des variations moyennes avec la position du Soleil aux diverses heures du jour et aux différentes latitudes ressort, avec une évidence manifeste, de la discussion des observations. Par des considérations d'un tout autre ordre, la spectroscopie apporte une confirmation de cette opinion.

» 2° *Probabilité en faveur de l'hypothèse de l'aimant terrestre.* — La présence d'une quantité considérable de fer dans la composition du Soleil conduit à se demander si cette particularité est purement accidentelle ou si tous les corps du système solaire (et peut-être tous les corps sidéraux) n'auraient pas une origine commune qui se révélerait par la présence, dans une proportion notable, de fer que le spectroscope a décelé dans l'enveloppe extérieure du Soleil.

» Le globe terrestre présente en faveur de cette idée un argument bien sérieux : en effet, la densité moyenne du globe, égale à 5,5, est le double à peu près de la densité moyenne des éléments qui en forment la croûte superficielle : on est donc forcé d'admettre, vu la haute température probable des couches intérieures, que la partie centrale de la Terre est constituée par des matières beaucoup plus denses que les matériaux pierreux, conséquemment par des masses métalliques. Si, d'autre part, on considère la force directrice de l'aiguille aimantée sur les différents points du globe et la symétrie approchée de l'ensemble de ses positions avec certains grands cercles de la sphère terrestre, on est amené à conclure avec une grande probabilité que les masses métalliques du centre de la Terre sont constituées, en proportion notable, par du fer métallique.

» Notre satellite exerce aussi sur l'aiguille aimantée une action assez faible, il est vrai, mais qui paraît non équivoque : on pourrait donc voir dans cette action une preuve de l'existence du fer dans la composition moyenne de cet astre.

» Enfin la profusion des aérolithes dans notre système planétaire tendrait à confirmer l'idée d'une commune origine de tous les corps célestes (hypothèse cosmogonique de Laplace) et à faire voir dans ces aérolithes le type de la *matière cosmique élémentaire*.

» 3° *Probabilités en faveur de l'origine électrique de la lumière émise par les protubérances solaires.* — Les conséquences précédentes se déduisent de la présence pour ainsi dire *statique* de masses magnétiques à la surface du Soleil : examinons ce qui peut arriver si ces masses sont à l'état de mouvement. Cet état de mouvement existe, ainsi que le prouvent les observations directes de cet astre, et la cause de cet état dynamique réside évidemment dans la chaleur des couches inférieures et dans le refroidissement des couches externes ; car, quel que soit le mécanisme de ces mouvements, les conditions thermodynamiques nécessaires à la transformation de la chaleur en force vive sont remplies. Si l'on fait intervenir la condition que certaines parties de ces masses de vapeurs en mouvement sont magnétiques, on voit

apparaître la nécessité d'un phénomène secondaire qui semble devoir jouer un rôle important, à savoir la production de courants d'induction dans les masses conductrices avoisinantes, soit en repos, soit animées d'autres mouvements que celles-ci. Il en serait absolument de même si les masses en mouvement relatif, au lieu d'être magnétiques, étaient électrisées par une cause quelconque, en particulier par quelque action chimique.

» Quoiqu'il soit actuellement presque impossible de préciser le mécanisme de ces transformations et d'assigner *a priori* l'extension et l'énergie de ces phénomènes secondaires, les conditions thermodynamiques sont si favorables, qu'on doit leur supposer une très-grande intensité, et prévoir que certains points au moins de la surface solaire sont le siége de mouvements rapides, et que les masses gazeuses voisines reçoivent, par la propagation des courants induits, un accroissement notable de leur degré d'incandescence.

» L'observation des protubérances, tangentiellement au disque solaire, nous révèle précisément l'existence de couches gazeuses dont l'éclat décèle une incandescence plus énergique que celle qui correspondrait à leur position : l'analyse de leur lumière montre que leur spectre est identique à celui de l'hydrogène très-raréfié rendu incandescent par une décharge électrique. La similitude spectrale est complète, tant pour l'éclat relatif des raies brillantes que pour leur netteté décroissant avec la réfrangibilité. Ces protubérances, qui apparaissent dans le voisinage des facules et des taches, ne représenteraient-elles pas ces masses gazeuses traversées par les courants d'induction dans le voisinage des régions magnétiques ou électriques en mouvement rapide?

» Cette assimilation aurait l'avantage de faire rentrer dans les conditions thermodynamiques ordinaires l'explication des protubérances, en les présentant comme l'équivalent de l'illumination par induction des masses gazeuses raréfiées, illumination qui se reproduit si aisément dans nos laboratoires avec les plus faibles actions mécaniques. On comprendrait alors la rapidité de l'extension de ces protubérances, leur disparition subite aussi bien que leur permanence accidentelle, sans avoir recours à l'hypothèse de ces jets gazeux doués de vitesses invraisemblables atteignant plusieurs centaines de kilomètres par seconde. Je dois ajouter que l'hypothèse de vitesses si extraordinaires a déjà été critiquée par M. Fizeau, qui a signalé l'analogie probable du phénomène lumineux des protubérances avec celui que présentent sur notre globe les auroles boréales.

» Quelques-unes des conclusions précédentes sembleront peut-être prématurées ; je les soumets néanmoins avec confiance à l'examen des physiciens et des astronomes, comme le résumé d'un ensemble de faits très-étendus que l'exiguïté de la présente Note ne m'a pas permis de développer [1] ».

M. **Ph. Laverlochère** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Vice-Président de la Société de Biologie** informe l'Académie que cette Société a pris l'initiative d'une souscription publique, destinée à élever un monument à la mémoire de *Claude Bernard*.

M. le **Ministre de la Marine** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, l' « Annuaire de la Marine et des Colonies, pour 1878 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « Année scientifique et industrielle de M. *L. Figuier*, 21e année, 1877 ».

M. **A. Hall** et **T. Loua** adressent des remercîments, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du premier ordre et du premier degré.* Note de M. **G. Darboux.**

« Considérons une équation différentielle du premier ordre et du premier degré en $\frac{dy}{dx}$. Si l'on emploie les coordonnées homogènes x, y, z, cette équation prendra la forme

$$(1)\qquad L(y\,dz - z\,dy) + M(z\,dx - x\,dz) + N(x\,dy - y\,dx) = 0,$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 332 (1871) ; t. LXXIV, p. 390 (1872) ; t. LXXXIII, p. 1172 (1876) ; *Annales de l'École Normale*, 1874.

où L, M, N sont des fonctions homogènes de x, y, z, que nous supposerons algébriques et de degré m. Si l'on cherche le facteur μ, qui, multipliant le premier membre de l'équation (1), rend celui-ci une différentielle exacte d'une fonction homogène de degré zéro, on trouvera que ce facteur μ, nécessairement homogène et de degré $-m-2$, doit satisfaire à l'équation linéaire

$$(2)\qquad L\frac{\partial\mu}{\partial x}+M\frac{\partial\mu}{\partial y}+N\frac{\partial\mu}{\partial z}+\mu\left(\frac{\partial L}{\partial x}+\frac{\partial M}{\partial y}+\frac{\partial N}{\partial z}\right)=0.$$

Or on saura intégrer cette équation toutes les fois que l'on pourra obtenir les intégrales du système suivant :

$$(3)\qquad \frac{dx}{L}=\frac{dy}{M}=\frac{dz}{N}=dt,$$

où l'on a introduit la variable auxiliaire t; et de là résulte le théorème suivant :

» *L'intégration de l'équation proposée et celle du système* (3) *constituent deux problèmes équivalents; la solution de l'un entraîne celle de l'autre.*

» Cela posé, supposons que l'on se propose de trouver une équation algébrique

$$(4)\qquad \varphi(x,y,z)=0,$$

qui constitue une solution particulière de l'équation (1). On verra facilement que l'on doit avoir

$$L\frac{\partial\varphi}{\partial x}+M\frac{\partial\varphi}{\partial y}+N\frac{\partial\varphi}{\partial z}=0.$$

Mais cette équation ne doit pas nécessairement être satisfaite d'une manière identique; il suffit qu'elle ait lieu en vertu de l'équation (4). On doit donc avoir identiquement

$$(5)\qquad L\frac{\partial\varphi}{\partial x}+M\frac{\partial\varphi}{\partial y}+N\frac{\partial\varphi}{\partial z}=K\varphi,$$

où K est un polynôme algébrique d'ordre $m-1$. En écrivant que les deux membres de l'équation précédente sont égaux terme pour terme, on aura les équations qui expriment que φ est une solution particulière de l'équation différentielle proposée.

» Supposons que l'on ait obtenu plusieurs solutions particulières u_1, u_2, ..., u_p de degrés λ_1, λ_2, ..., λ_p. Désignons, pour abréger, par Δ l'opé-

ration

$$L\frac{\partial}{\partial x} + M\frac{\partial}{\partial y} + N\frac{\partial}{\partial z} = \Delta,$$

on aura

(6) $$\Delta u_i = K_i u_i;$$

et, si l'on désigne par $\alpha_1, \ldots, \alpha_p$ des exposants quelconques, on trouvera

$$\Delta(u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_p^{\alpha_p}) = (\alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \ldots + \alpha_p K_p) u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_p^{\alpha_p}.$$

Si donc on peut disposer des constantes $\alpha_1, \ldots, \alpha_p$ de telle manière que l'on ait identiquement

(7) $$\begin{cases} \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \ldots + \alpha_p K_p = 0, \\ \lambda_1 \alpha_1 + \ldots \qquad + \lambda_p \alpha_p = 0, \end{cases}$$

l'intégrale de l'équation proposée sera

$$u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_p^{\alpha_p} = C,$$

C désignant une constante arbitraire.

» Or on pourra toujours satisfaire aux équations (7) si l'on a $\frac{m(m+1)}{2} + 2$ solutions particulières. On a donc le théorème suivant :

» *Si l'on connaît* $\frac{m(m+1)}{2} + 2$ *solutions particulières algébriques de l'équation* (1) $u_1, u_2, \ldots, u_p$, *l'intégrale générale de cette équation pourra s'obtenir et sera de la forme*

$$u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots = C.$$

» C'est ainsi que les trois droites qui satisfont à l'équation de Jacobi permettent d'obtenir l'intégrale générale de cette équation.

» Mais on peut faire usage d'une autre manière des solutions particulières. En effet, supposons qu'on puisse déterminer les constantes $\alpha_1, \ldots, \alpha_p$ de telle manière que l'on ait

$$\alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \ldots + \alpha_p K_p = -\left(\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z}\right),$$
$$\alpha_1 \lambda_1 + \alpha_2 \lambda_2 + \ldots + \alpha_p \lambda_p = -(m+2),$$

on aura

$$\Delta(u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_p^{\alpha_p}) + \left(\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z}\right) u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_p^{\alpha_p} = 0,$$

c'est-à-dire que $u_1^{\alpha_1} \ldots u_p^{\alpha_p}$ sera un facteur de l'équation proposée. On déduit de cette remarque le théorème suivant :

» *Si l'on connaît* $\frac{m(m+1)}{2}+1$ *intégrales particulières algébriques* $u_1, u_2, \ldots$ *de la proposée, on pourra déterminer un facteur de cette équation, qui sera de la forme*

$$\mu = u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots$$

» J'ajouterai que, si les équations du premier degré, qui déterminent α_1, α_2, ..., avaient leur déterminant nul, l'intégrale générale serait de la forme

$$C = u_1^{\beta_1} u_2^{\beta_2} \ldots$$

» L'application des théorèmes généraux qui précèdent, au cas où L, M, N sont du second degré, m'a donné, dans une première recherche, les trois formes suivantes possibles pour l'intégrale générale :

$$p^\alpha q^\beta r^\gamma s^\delta = C,$$
$$u^\alpha p^\beta q^\gamma = C,$$
$$v = Cp^3,$$

où p, q, r, s sont du premier degré, u du second et v du troisième. Les deux premières de ces formes ont été aussi rencontrées par M. Fouret. J'ajoute qu'on a les moyens de reconnaître si l'intégrale est de l'une de ces trois formes.

» Dans le cas où l'équation admet comme solutions quatre droites dont trois sont concourantes, l'intégrale prend la forme

$$\frac{y^m(y-1)^n}{x} - a\int y^{m-1}(y-1)^{n-1}dy = C.$$

On a supposé $z=1$.

» Il y a beaucoup d'autres cas où l'on peut trouver l'intégrale générale ; je les indiquerai dans une autre Communication. »

MAGNÉTISME. — *Sur la variation passagère du magnétisme permanent.* Note de M. J.-M. GAUGAIN.

« Il résulte des expériences de M. Wiedemann, citées dans ma Note du 23 juillet 1877, que lorsqu'un barreau a été aimanté à une température qui ne dépasse pas 100 degrés, qu'on l'a laissé revenir à la température ordinaire, puis qu'on le chauffe à plusieurs reprises jusqu'à 100 degrés, et qu'on le ramène à zéro, son aimantation est diminuée par chaque chauffage et augmentée par chaque refroidissement. J'ai reconnu que les choses

continuent à se passer de la même manière, lorsqu'on fait varier la température du barreau entre deux limites quelconques T et t, pourvu que la plus élevée de ces limites ne dépasse pas 350 à 400 degrés. Après un certain nombre de chauffages et de refroidissements, on retrouve sensiblement les mêmes aimantations, aux mêmes températures, et la plus forte aimantation correspond à la température la plus basse.

» D'un autre côté, M. L. Favé a trouvé que, lorsqu'un barreau a été aimanté à une température élevée, qu'il est revenu à la température ordinaire et qu'on le chauffe de nouveau, son aimantation augmente, atteint un maximum, puis, lorsqu'on continue à chauffer, se perd d'une façon définitive. J'ai constaté, comme je l'ai dit dans la Note citée plus haut, le fait principal, celui de la recrudescence; mais je n'ai pas trouvé que le magnétisme disparût complétement, même lorsqu'on chauffait le barreau à 300 ou 400 degrés. J'ai trouvé que, lorsqu'on le chauffait et qu'on le refroidissait un grand nombre de fois entre deux limites déterminées, T et t, il s'établissait une sorte d'équilibre, tel que l'on retrouvait toujours à peu près la même aimantation aux mêmes températures, l'aimantation la plus forte correspondant à la température la plus élevée. Pour la brièveté du langage, on peut résumer les faits que je viens d'exposer en disant que : la *variation passagère* d'un barreau est *positive* quand le barreau a été aimanté à une température de 350 degrés environ, et qu'elle est *négative* quand l'aimantation a été exécutée à une température quelconque qui ne dépasse pas 100 degrés. De ces deux faits, il est naturel de conclure que la *variation passagère* doit devenir nulle lorsque le barreau est aimanté à une certaine température déterminée θ, plus haute que 100 degrés, et plus basse que 350 degrés; j'ai fait de très-nombreuses expériences en vue de déterminer la valeur de cette température θ, et j'ai trouvé qu'elle variait d'un barreau d'acier à un autre. Dans une série d'expériences, où j'ai successivement employé dix barreaux ronds de 10 millimètres de diamètre, et de 300 millimètres de longueur, en acier fondu de Sheffield, j'ai trouvé que la valeur de θ différait peu de 150 degrés; les barreaux avaient été préalablement chauffés un grand nombre de fois au rouge-cerise.

» Il est assez difficile d'aimanter un barreau donné à une température θ, telle que la *variation passagère* du magnétisme reste rigoureusement nulle lorsque la température du barreau varie entre des limites très-étendues, comme 15 et 300 degrés, par exemple; mais il est facile de trouver deux températures voisines θ_1 et θ_2, telles que la variation passagère soit positive pour l'une et négative pour l'autre; quand on opère à une température

voisine de θ, il suffit de faire varier d'un petit nombre de degrés la température de l'aimantation pour changer le signe de la variation passagère. On peut donc toujours arriver aisément à découvrir des limites assez resserrées entre lesquelles se trouve comprise la valeur de θ.

» Lorsque, au lieu d'opérer sur un barreau plein, on met en expérience un système formé d'un tube d'acier et de son noyau, on peut également découvrir, par la méthode de tâtonnements que je viens d'indiquer, la température d'aimantation θ qui rendrait nulle la *variation passagère* du système. Pour les systèmes sur lesquels j'ai opéré, cette température a été voisine de 200 degrés. Ces systèmes avaient été fabriqués avec de l'acier *doux Petin-Gaudet*.

» Lorsqu'on opère sur un système formé d'un tube et d'un noyau, on peut suivre les modifications que la chaleur fait éprouver au magnétisme *direct* du noyau et au magnétisme *inverse* du tube, et voici les faits principaux que l'on constate :

» 1° Quand le système a été aimanté à une température peu différente de la température ordinaire, et qu'ensuite on le réchauffe et qu'on le refroidit un certain nombre de fois, entre des limites telles que 300 et 15 degrés, on peut reconnaître que chaque réchauffement a pour effet de diminuer le magnétisme *direct* du noyau et d'augmenter le magnétisme *inverse* du tube; ces deux modifications tendent, l'une et l'autre, à diminuer l'aimantation du système, et par conséquent sa variation passagère doit être négative, comme elle l'est en effet.

» 2° Lorsque le système a été aimanté à une température voisine de 300 degrés, on peut constater que chacun des réchauffements qu'on lui fait ultérieurement subir a pour résultat d'augmenter le magnétisme direct du noyau et de diminuer le magnétisme inverse du tube; ces deux modifications tendent l'une et l'autre à augmenter l'aimantation du système, et par conséquent sa variation passagère doit être positive, comme elle l'est en effet.

» 3° Lorsque le système a été aimanté à une température voisine de la limite que j'ai désignée par θ, on peut reconnaître que chacun des réchauffements auxquels il est ultérieurement soumis a pour effet de diminuer à la fois l'aimantation directe du noyau et l'aimantation inverse du tube. Ces deux diminutions influent en sens contraire sur l'aimantation du système, et, quand elles sont rigoureusement égales, l'aimantation du système reste invariable.

» En exécutant les expériences qui m'ont servi à établir le fait (1°), j'ai

constaté plusieurs fois un renversement d'aimantation qui est l'inverse de celui que j'ai fait connaître dans ma Note du 23 juillet 1877. Comme je l'ai dit dans cette Note, un barreau qui a été aimanté à une température élevée, et qu'on laisse revenir à la température ordinaire, peut présenter alors une aimantation de signe contraire à celle qu'il a reçue à chaud; réciproquement, un système ou un barreau qui a été aimanté à froid, et que l'on porte à une température élevée, peut présenter à cette température une aimantation inverse de celle qu'il a reçue à froid.

» Il résulte de l'observation (1°) que, lorsqu'on porte à la température de 300 ou 400 degrés un système qui a été aimanté à la température ordinaire, l'affaiblissement du magnétisme qui se produit ne provient pas exclusivement de ce qu'une partie de ce magnétisme est anéantie : la diminution constatée provient en partie du magnétisme *inverse* qui se développe dans le tube sous l'influence de la chaleur. Je suis porté à croire qu'il se produit un effet semblable, même dans le cas d'un barreau plein. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du fluorure de bore sur les matières organiques.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« J'ai annoncé précédemment [1] quelques faits relatifs à l'action du fluorure de bore sur les matières organiques. Je puis aujourd'hui compléter ces renseignements, par les analyses des produits obtenus.

» I. *Action du fluorure de bore sur le camphre.* — Du camphre ordinaire porté à son point de fusion absorbe le fluorure de bore, avec un dégagement de chaleur considérable et abaissement du point de fusion. Un équivalent de camphre se combine avec un équivalent de fluorure de bore, en formant un composé défini qui cristallise en fines aiguilles prismatiques et brillantes, dont le point de fusion est voisin de 70 degrés. Cependant cette combinaison présente peu de stabilité, et il suffit de la soumettre à la distillation pour régénérer le camphre. Exposé à l'air humide, ce produit se décompose de même avec une assez grande rapidité, en répandant des fumées blanches et fortement acides.

» J'ai chauffé cette combinaison, en vase clos, pendant vingt-quatre heures à 250 degrés, et j'ai obtenu une quantité notable d'acide borique, avec des

---

(1) *Comptes rendus*, 2 juillet 1877.

produits liquides et des produits gazeux. Voici les corps principaux qui ont pris naissance dans cette réaction :

» *a. Cymène.* — Le cymène constitue à peu près la moitié du produit liquide. Son point d'ébullition est situé entre 175 et 183 degrés. C'est donc du cymène ordinaire, identique avec le carbure obtenu par l'action du perchlorure de phosphore sur le camphre. Voici les chiffres obtenus par l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
C.........	88,4	89,55
H.........	11,5	10,44

On voit que ce cymène renferme encore des traces de carbures qui appartiennent à la série éthylénique, comme on le verra plus bas.

» *b. Polymères du cymène.* — Ces carbures, obtenus à peu près en quantité égale au précédent, ne présentent pas un point d'ébullition bien constant. La plus grande partie, constituant un liquide visqueux et légèrement jaunâtre, bout entre 310 et 320 degrés. Voici les résultats de l'analyse :

		Calculé.
C.........	88,48	89,55
H.........	10,56	10,44

» *c. Carbures de la série* C^nH^{2n-2}. — J'ai isolé au moins deux carbures qui appartiennent à cette série, mais la petite quantité de matière ne m'a pas permis de les obtenir absolument purs.

» Le premier bout entre 80 et 90 degrés, et me paraît être identique avec l'hexylène ordinaire. J'ai trouvé :

			Calculé pour C^6H^{10}.
C.........	87,30	87,55	87,8
H.........	12,42	12,31	12,2

	I.	II.	III.	Calculé pour C^6H^{10}.
Densité de vapeur.....	3,31	3,23	3,22	2,83

» Ce carbure est évidemment mélangé avec une petite quantité du carbure suivant, lequel bout entre 120 et 130 degrés. En voici l'analyse :

			Calculé pour C^7H^{12}.
C.........	87,61	87,24	87,5
H.........	12,43	12,20	12,5

	I.	II.	Calculé pour C^7H^{12}.
Densité de vapeur.....	3,51	3,64	3,32

» Ces deux carbures forment à peu près un cinquième de la masse du

cymène obtenu dans cette réaction, et c'est, en outre, l'hexylène qui constitue la majeure partie de ces deux carbures.

» *d. Analyse des gaz.* — La majeure partie (les deux tiers environ) est formée par du fluorure de bore. Ce corps a été absorbé avec un peu d'eau, et le gaz restant a été examiné de plus près.

» J'ai constaté l'absence de l'acétylène et de l'acide carbonique; par contre, j'ai constaté la présence de l'oxyde de carbone et d'un mélange d'éthylène et de propylène.

» II. *Conclusions théoriques.* — On sait que le cymène, produit d'une déshydratation du camphre, est de la méthylpropylbenzine. Il est permis d'admettre également l'existence de ces deux groupes moléculaires différents dans la molécule même du camphre. Le camphre, en outre, comme l'a si bien démontré M. Berthelot, est un carbonyle, et, à ce titre, il renferme le groupe CO. La grande quantité d'oxyde de carbone formée, par l'action du fluorure de bore, ne peut que confirmer ce fait.

» En développant la formule du camphre, d'après ce qui précède, on aura

$$C^5H^4, H^2, CO \left\{ \begin{array}{l} CH^3 \\ C^3H^7 \end{array} \right.$$

Ainsi le camphre doit fournir un premier carbure par perte de CO, et ce carbure est connu depuis longtemps.

» Si le carbure C^9H^{16} perd successivement les éléments de CH^2, on doit obtenir encore trois autres carbures.

» Dans le cas présent, j'ai obtenu au moins deux carbures, dont la formation est exprimée par les équations suivantes :

$$C^{10}H^{16}O - (CO + C^2H^4) = C^7H^{12},$$
$$C^{10}H^{16}O - (CO + C^3H^6) = C^6H^{10}.$$

» D'après ce qui précède, le carbure générateur du camphre ne serait autre que l'hexylène C^6H^{10}. On voit, par suite, la possibilité de la synthèse du camphre, en prenant pour point de départ l'hexylène.

» Je prépare en ce moment une quantité assez notable de ce carbure intéressant, afin d'en faire une étude détaillée et de constater s'il est réellement identique avec l'hexylène ordinaire. Dans ce cas, j'essayerai la formation synthétique du camphre en partant de l'hexylène (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Université de Genève.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des hydrocarbures bromés de la série de l'éthylène en bromures d'acides de la série grasse, par simple addition d'oxygène.* Note de M. E. DEMOLE, présentée par M. Wurtz.

« Dans l'espoir d'oxyder les hydrocarbures bromés de l'éthylène, afin d'obtenir des produits substitués de l'oxyde d'éthylène, on a mis en présence, à la température ordinaire, le gaz oxygène sec et l'éthylène dibromé, et leur union s'est opérée avec dégagement de chaleur; le produit d'addition ainsi obtenu ne constitue pas l'oxyde d'éthylène dibromé, mais bien le *bromure de bromacétyle*

$$\begin{matrix} CHBr \\ \parallel \\ CHBr \end{matrix} + O = \begin{matrix} CH^2Br \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown Br. \end{matrix}$$

» Voici la manière dont on a opéré : 50 grammes d'éthylène dibromé bouillant à 87-92 degrés C. furent agités dans un petit ballon de 100 centimètres cubes avec de l'oxygène sec, le ballon étant fermé par un bouchon de caoutchouc. Au bout de peu d'instants la température du liquide s'éleva sensiblement, et l'on eut de la peine à déboucher le ballon, preuve certaine de l'absorption du gaz oxygène. Ce dernier fut à nouveau introduit, on agita comme la première fois, et la température ne tarda pas à atteindre 55 degrés C.

» Lorsque l'oxygène ne fut plus absorbé, le liquide fut distillé, et au bout de peu de temps on isola à 147-148 degrés C. le bromure de bromacétyle tout à fait pur; ce dernier fournit par l'ammoniaque de la *bromacétamide*, et par l'eau de l'acide *bromacétique*. La même réaction a été tentée avec l'éthylène tribromé C^2HBr^3, corps bouillant à 161-163 degrés C., et non à 130 degrés C. comme l'indique Lennox (*Chem. Soc. quart. Journ.*, t. XIII, p. 206).

» L'éthylène tribromé agité avec l'oxygène sec absorbe très-rapidement ce dernier gaz et se transforme en *bromure de dibromacétyle*

$$\begin{matrix} CHBr \\ \parallel \\ CBr^2 \end{matrix} + O = \begin{matrix} CHBr^2 \\ | \\ C{=}O \\ \diagdown Br. \end{matrix}$$

» Cette dernière combinaison se détruit dans l'ammoniaque en fournissant la *dibromacétamide*, et dans l'eau, en donnant l'*acide dibromacétique*.

» La transformation de l'éthylène di et tribromé par absorption d'oxy-

gène en bromure de mono et dibromacétyle est intéressante principalement de deux façons. Il est bien rare en Chimie organique, où les affinités sont faibles, de voir l'oxygène fixé par une molécule à une température aussi basse que 55 degrés, pour donner un produit d'oxydation qui se forme en quelque sorte d'une façon quantitative. Mais, ce qui est plus curieux encore, c'est que, par le fait de cette oxydation, nous voyons un atome d'hydrogène se déplacer, se transposer pour occuper une autre position, et s'unir à un autre atome de carbone

$$\begin{matrix} CHBr \\ = \\ CHBr \end{matrix} + O = \begin{matrix} CHHBr \\ | \\ C=O \\ \diagdown Br. \end{matrix}$$

» Il sera du plus grand intérêt de pouvoir saisir le mécanisme de cette singulière transformation, qui, contrairement à ce qui se produit dans les phénomènes semblables, a lieu à une basse température; mais je pense que, pour le moment, il serait prématuré de formuler une opinion à cet égard. Le premier et le dernier terme de la série bromée de l'éthylène, c'est-à-dire les corps C^2H^2Br et C^2Br^4, ne paraissent pas absorber l'oxygène à la température ordinaire. Il est probable que cette absorption aurait lieu à une température plus élevée. »

M. **Berthelot** rappelle, à l'occasion de la précédente Communication, ses propres expériences sur l'oxydation directe de l'éthylène libre par l'acide chromique, avec formation d'aldéhyde

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2,$$

réaction tout à fait semblable à l'oxydation directe des éthylènes bromés par l'oxygène libre, avec formation des dérivés bromés de l'aldéhyde. Le propylène, le camphène, ont fourni de même, par simple fixation d'oxygène, les aldéhydes propyliques et le camphre.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse des eaux minérales sulfureuses d'Aix en Savoie et de Marlioz.* Note de M. **Ed. Willm.** (Extrait.)

« *Eaux d'Aix-les-Bains.* — Les thermes d'Aix sont alimentés par deux sources, d'une abondance extraordinaire. L'une de ces sources est désignée sous le nom de *source de soufre;* l'autre, sous le nom impropre de *source d'alun.* Leur thermalité est sensiblement la même, ainsi que leur composition.

» Leur analyse a donné lieu à deux séries d'expériences, les unes sur les lieux, pour déterminer les principes gazeux ou altérables, les autres dans le laboratoire, pour déterminer les principes fixes. Nous nous contenterons d'indiquer les résultats ([1]).

» L'eau d'Aix ne renferme pas de sulfure alcalin; en effet, elle est plutôt légèrement acide, mais elle contient de petites quantités d'hyposulfite, dont le dosage a été fait après avoir privé l'eau de son hydrogène sulfuré, soit par l'ébullition, soit par l'agitation avec du carbonate de plomb.

» Le tableau suivant indique : 1° la composition élémentaire du résidu salin de l'évaporation de l'eau, après dépôt des carbonates insolubles par l'ébullition; 2° le groupement hypothétique de ces éléments, en faisant remarquer que nous n'envisageons ce groupement que comme une espèce de contrôle de l'analyse, établissant la balance entre les éléments acides et les éléments basiques :

	Eau de soufre.	Eau d'alun.
Température	43°,5	44°,6
Hydrogène sulfuré libre	$3^{mgr},37$ à $4^{mgr},13$	$3^{mgr},74$
Soufre à l'état d'hyposulfite	$3^{mgr},84$	$3^{mgr},60$
Azote	$13^{cc},03$	$12^{cc},5$
Gaz carbonique	$47^{cc},15$ ($0^{gr},09322$)	$44^{cc},59$ ($0^{gr},0882$)

		Eau de soufre.	Eau d'alun.
Dépôt produit par l'ébullition	Carbonate calcique	0,1894	0,1623
	» magnésique	0,0105	0,0176
	» ferreux	0,0010	0,0008
	Silice		0,0175
		0,2009	0,1982

	Eau de soufre.	Eau d'alun.		Eau de soufre.	Eau d'alun.
Silice	0,0479	0,0365	Silice	0,0479	0,0365
Chlore	0,0179	0,0166	$S^2O^3Na^2$	0,0095	0,0089
Acide sulfurique (SO^4)	0,1503	0,1313	NaCl	0,0300	0,0274
Acide phosphorique (PO^4)	0,0040	traces	SO^4Ca	0,0928	0,0781
Calcium	0,0280	0,0298	SO^4Mg	0,0735	0,0493
Magnésium	0,0167	0,0104	SO^4Na^2	0,0227	0,0545
Sodium	0,0227	0,0284	$(SO^4)^3Al^2$	0,0081	0,00033
Aluminium	0,0013	0,00005	$(PO^4)^2Ca^3$	0,0066	traces
Total par litre	0,2888	0,25305		0,2911	0,25503

([1]) Le dosage sulfhydrométrique a été effectué à l'aide d'une solution titrée d'iode

» Les eaux d'Aix renferment des traces de lithium; la présence du potassium est restée douteuse, ainsi que celle du strontium, dont M. Bonjean avait constaté la présence.

» Quant à l'iode, nous l'avons caractérisé avec certitude dans l'eau de la source d'alun; peut-être, avec quelque attention, le trouverait-on de même dans l'eau de la source de soufre.

» Enfin, parmi les matières non dosées, nous citerons une matière organique analogue à la barégine, et dont la proportion paraît très-variable; nous en avons déterminé une fois $0^{gr},030$ par litre, déduction faite des cendres que renferme cette matière (1).

» *Eau de Marlioz.* — Marlioz est situé à un kilomètre d'Aix; aussi les baigneurs de cette station thermale profitent-ils de ce voisinage pour utiliser les eaux de Marlioz, soit en boissons, soit en inhalations. Le titre sulfhydrométrique de cette eau est supérieur à celui de l'eau d'Aix; en outre, l'hydrogène sulfuré n'y est pas libre, mais s'y trouve sous la forme de sulfure alcalin ou alcalino-terreux; en effet, l'eau de Marlioz produit, avec le nitroprussiate de sodium, après quelques instants, la coloration pourpre caractéristique des sulfures solubles.

» Le titre sulfhydrométrique des eaux de Marlioz marque $16^{mgr},1$ de soufre par litre; dans le groupement des éléments tel que nous le figurons dans le tableau suivant, le soufre figure comme sulfhydrate de sodium.

» La température de l'eau de Marlioz est de 11 degrés.

Composition de l'eau de Marlioz.

Carbonate calcique	0,1912
Carbonate magnésique	0,0011
Dépôt des carbonates	0,1923

dans l'iodure de potassium. La constance dans les résultats dépend beaucoup de la rapidité avec laquelle on opère, car le temps que nécessite l'expérience, quoique très-court, suffit pour qu'il se manifeste une altération. La meilleure manière de procéder consiste à ajouter à l'eau, immédiatement après qu'elle a été recueillie, un excès de la solution d'iode et de titrer ensuite cet excès à l'aide d'une solution d'hyposulfite de sodium.

(1) La barégine d'Aix, après dessiccation à 100 degrés, laisse 54 pour 100 de cendres, et ces cendres contiennent, pour 100, 37,4 de silice, 4,87 d'alumine, 10 d'oxyde de fer, 34,3 de chaux, 1,65 d'acide phosphorique et des traces seulement de magnésie. La richesse variable de l'eau en barégine a nécessairement une influence sur la composition du résidu salin.

Sulfhydrate de sodium	0,0285
Sulfate de sodium	0,2631
Sulfate de calcium	0,0605
Chlorure de magnésium	0,0640
Iodure de sodium	0,0015
Silice et alumine	0,0284
	0,4460
Total des principes fixes	0,6383

» Le chlorure et le magnésium ont été trouvés exactement dans les rapports exigés par la formule $MgCl^2$. On voit que, dans l'eau de Marlioz, la quantité d'iode est très-appréciable; quant au brome, sa présence n'a pu être constatée, ni qualitativement, ni quantitativement (par l'analyse du précipité de chlorure d'argent après séparation de l'iode à l'état d'iodure de thallium) (1). »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action de l'oxygène sur les éléments anatomiques.* Note de M. P. Bert.

« Je demande la permission d'exposer, en quelques mots, à l'Académie, le résultat général auquel m'ont conduit mes recherches sur l'action toxique de l'oxygène à haute tension.

» J'ai montré, par la méthode indirecte de l'air confiné sous pression, que l'influence nuisible de l'oxygène commence à se manifester chez les vertébrés aériens lorsque sa tension correspond à 5 ou 6 atmosphères d'air. Or, l'analyse des gaz contenus dans le sang artériel montre que c'est sous cette tension que, la matière colorante des globules étant complétement saturée d'oxygène, ce gaz commence à entrer en dissolution dans le plasma sanguin. Si le séjour sous compression dure longtemps, ce qui est nécessaire pour qu'il se produise des effets fâcheux, la dissolution d'oxygène doit se généraliser dans les tissus, et alors apparaît la diminution des oxydations organiques avec sa conséquence la plus immédiate, l'abaissement de la température du corps.

(1) Ces analyses ont été exécutées, en partie sur place, par les soins et aux frais du Ministère de l'Agriculture et du Commerce; en partie dans le laboratoire de Chimie de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine; je dois ici exprimer à M. Wurtz ma reconnaissance, pour l'appui si bienveillant qu'il m'a prêté, tant à Aix même que dans son laboratoire.

» Dans l'état normal des choses, au contraire, l'hémoglobine n'est jamais saturée de l'oxygène dont elle est si avide, et, par suite, il n'en existe pas trace à l'état de simple dissolution dans le plasma ni dans les tissus. Ceux-ci, pour se procurer l'oxygène nécessaire, sont donc obligés de réduire la combinaison oxyhémoglobique. Ainsi, les éléments anatomiques se nourrissent à la manière du ferment butyrique, par exemple.

» Mais lorsque, artificiellement, on pénètre leur substance d'oxygène dissous, chimiquement libre, ils ne peuvent vivre aux dépens de celui-ci, et deviennent, en raison de sa présence même, incapables d'en emprunter à la matière oxygénée qui leur en fournissait antérieurement, ils meurent alors, comme par une sorte d'asphyxie. En un mot, les éléments anatomiques sont *anaérobies*.

» Et cette qualification doit être appliquée même aux globules sanguins, qui cependant vivent au contact de l'air, et semblent au plus haut degré de vrais *aérobies;* ils périssent, en effet, comme les autres éléments anatomiques, lorsque, après saturation de la matière colorante avide d'oxygène, qui les imprégne, ils sont envahis par le gaz dissous.

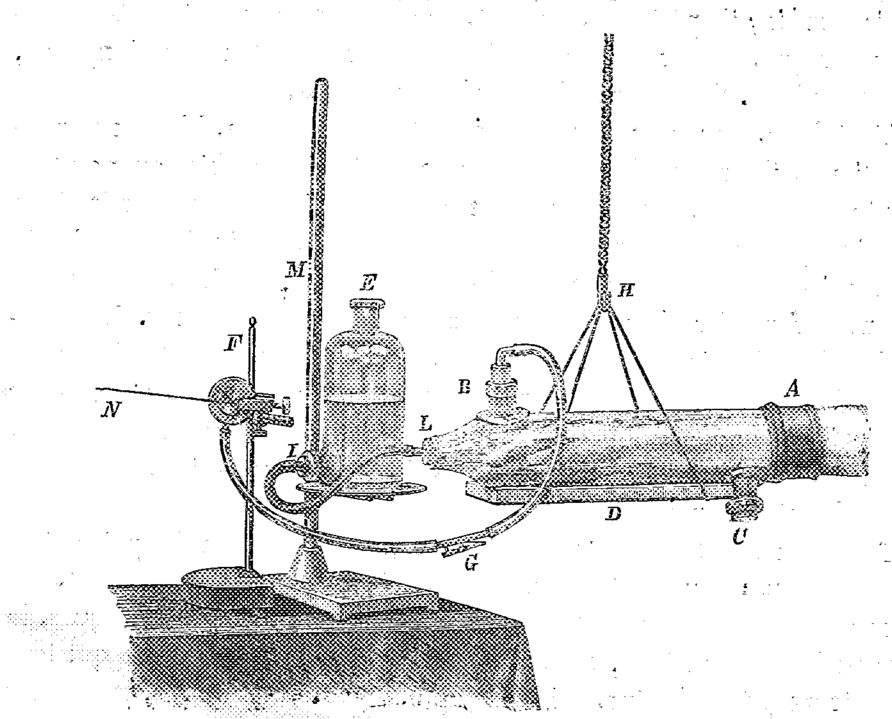
» Ainsi donc, au moins pour les éléments anatomiques, libres ou groupés en tissus, il ne semble pas y avoir de distinction à faire au point de vue qui nous occupe. On peut supposer qu'il en est de même pour les êtres vivants indépendants, pour les ferments. Sans doute, la division en *aérobies* et *anaérobies* est exacte dans les conditions où l'a établie M. Pasteur; mais, en allant au fond des choses, on voit cette différence s'effacer. Les bactéries les plus aérobies périssent, en effet, lorsqu'on les soumet à l'oxygène comprimé; elles se comportent comme les globules du sang, et peut-être recèlent-elles comme eux quelque matière chimiquement avide d'oxygène, à laquelle elles empruntent ensuite, par voie de décomposition, celui dont elles ont besoin pour vivre.

» Tous les organites vivants sont donc frappés à mort par l'oxygène simplement dissous; tous sont donc, en réalité, *anaérobies*. Seulement, les uns, comme les éléments anatomiques, comme les vibrions butyriques, la levûre de bière en activité, etc., réduisent une matière chimique qui leur est extérieure (hémoglobine, acide lactique, glycose); les autres, comme les globules rouges du sang, vivent aux dépens d'une matière imprégnée dans leur propre stroma. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations locales du pouls dans l'avant-bras de l'homme*, Note de M. A. Mosso, présentée par M. Vulpian.

« Les variations du pouls dépendent de *conditions générales*, qui tiennent à l'appareil cardiaque et au système nerveux central, et de *conditions locales*, qui dépendent de la contraction ou du relâchement des parois des vaisseaux, et de l'augmentation ou de la diminution de l'élasticité des tissus vivants dans lesquels a lieu la circulation du sang.

» Pour reconnaître les variations locales et les distinguer des variations de cause centrale, il suffit d'enregistrer dans le même temps le pouls de deux parties différentes du corps : par exemple, des deux avant-bras, des deux jambes ou du cerveau. Cet enregistrement peut être obtenu au moyen d'un appareil, l'*hydrosphygmographe*, qui est une modification de



celui qui a été décrit précédemment (¹) sous le nom de *pléthysmographe*. La modification consiste dans l'addition d'un tambour à levier, qui utilise la

(¹) *Comptes rendus*, séance du 24 janvier 1876.

transmission par l'air pour l'inscription des changements de volume du membre sur lequel porte l'étude.

» Dans les recherches où l'inscription des changements lents du volume de l'avant-bras n'est pas nécessaire, l'appareil enregistreur peut être remplacé par un vase E à grande surface. Cette disposition constitue un moyen très-simple pour conserver constante la pression du liquide sur l'avant-bras et de l'air dans le tambour à levier.

» Une première série d'expériences a porté sur les changements du pouls pendant le travail intellectuel. Chaque fois que, l'esprit étant au repos absolu, on sort de ce repos pour faire un travail intellectuel, résoudre une question, exécuter un calcul, le tracé du pouls se modifie profondément. Le type et la forme de chaque pulsation de l'avant-bras sont complétement changés, les vaisseaux se contractent, le cœur augmente la fréquence de ses battements. En même temps, il se produit une augmentation de volume du cerveau; la constatation de ce fait a été possible sur trois sujets qui avaient une ouverture accidentelle dans les parois du crâne.

» L'élévation de la courbe des mouvements du cerveau et la diminution de la hauteur des pulsations de l'avant-bras se montrent alors même qu'il n'y aurait aucune modification dans le type normal des tracés respiratoires. Les modifications du pouls, déterminées par le passage de l'état de repos à l'état d'activité cérébrale, ont une forme caractéristique; et maintes fois l'observateur aperçoit le moment où l'esprit du sujet en expérience sort du repos et où son attention se fixe sur quelque objet.

» Un point très-intéressant mérite d'attirer l'attention des physiologistes : il s'agit des *modifications du pouls* pendant le sommeil. Les bruits, les attouchements, l'action de la lumière, en un mot toutes les excitations sensorielles sont suivies d'un changement profond dans la forme du pouls; et cela, alors même que, dans un sommeil profond, l'impression n'est pas perçue et qu'il n'en reste pas de souvenir.

» Les variations de l'énergie du pouls dans l'état normal ne sont pas moins intéressantes ; c'est surtout pour le pouls cérébral que ces variations sont plus fréquentes et plus fortes ; elles seront indiquées dans un travail particulier.

» Les variations *locales* du pouls, déterminées par l'influence du froid et de la chaleur, étudiées indépendamment des influences réflexes ou des troubles cardiaques, donnent lieu aux remarques suivantes : le dicrotisme et le polycrotisme du pouls doivent être considérés comme des phénomènes locaux, dus à l'état d'élasticité des vaisseaux sanguins dans chaque partie du

corps. En faisant augmenter la pression que supporte l'avant-bras (ce qui se fait très-simplement au moyen de l'appareil), on fait varier le nombre des élévations catacrotiques, et l'on produit un retard dans l'apparition du dicrotisme, qui est transporté vers la fin de chaque pulsation. La compression de l'artère humérale et l'application du bandage élastique d'Esmarch produisent un trouble nutritif des parois des vaisseaux.

» Beaucoup d'autres phénomènes, tels que les changements circulatoires du muscle pendant la contraction volontaire ou pendant l'excitation des courants induits, l'influence de certaines substances, telles que le nitrite d'amyle, etc., ont pu être étudiés par les mêmes procédés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fermentation lactique du sucre de lait.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Berthelot.

« La fermentation lactique du sucre de lait éprouve des changements considérables selon les conditions auxquelles elle est soumise :

» 1° Si l'on place du lait dans une étuve chauffée à 40 degrés, ce lait devient acide, se coagule, et, après un temps variable, finit par acquérir une acidité qu'il ne dépasse plus. Cette acidité maximum équivaut à 1,6 (en poids d'acide lactique) pour 100 grammes de lait. Cette acidité, une fois atteinte, n'est plus dépassée, même au bout de plusieurs semaines.

» 2° Si l'on met dans du lait frais quelques gouttes d'un acide minéral (chlorhydrique ou sulfurique), de manière que l'acidité du mélange réponde à 1 gramme (d'acide lactique), la fermentation est complétement entravée, et il ne se développe plus que des traces d'acide.

» 3° Mais si, au lieu d'un acide minéral, on ajoute du suc gastrique acide, qui coagule et redissout la caséine, la fermentation lactique se développe avec une rapidité extraordinaire. En moins de vingt-quatre heures le lait a atteint une acidité que, sans suc gastrique ou présure, il ne peut acquérir qu'au bout d'une semaine.

» Non-seulement la fermentation est plus rapide, mais elle arrive à un degré plus avancé. Ainsi, au bout de quatre à cinq jours, le lait a acquis une acidité qui va jusqu'à 4 grammes d'acide lactique, tandis que, sans suc gastrique, l'acidité obtenue est toujours bien inférieure.

---

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Pharmacologie expérimentale de l'Université de Turin.

» 4° On ne peut donc expliquer l'arrêt de la fermentation lactique, dans le premier cas, en supposant que le ferment lactique ne peut pas vivre dans un milieu dont l'acidité est de 1,6 ou 2, puisqu'il végète dans un milieu dont l'acidité est de 4, et il faut chercher une autre explication. L'explication rationnelle et vraisemblable est que la caséine dissoute par le suc gastrique sert à la nutrition du ferment, fait qui, pressenti par plusieurs auteurs, n'avait pas encore été rigoureusement démontré.

» 5° On peut le démontrer directement en filtrant immédiatement le lait coagulé par la présure. Le petit-lait, dépourvu de caséine et contenant toute la lactose, fermente, mais son acidité ne dépasse jamais 1,6 d'acide lactique. D'un autre côté, la caséine, dépourvue de lactose, fermente et donne, outre d'autres produits de décomposition, de l'acide lactique et de l'acide butyrique. C'est pourquoi le lait non filtré fermente mieux que le lait filtré. Ayant mesuré au bout de six mois l'acidité de deux laits traités par le suc gastrique, mais dont l'un avait été filtré immédiatement, j'ai trouvé que le lait filtré avait une acidité de 1,6, tandis que le lait non filtré avait une acidité de 3,9.

» D'autre part, si l'on prend du lait, et si, après avoir coagulé toutes les matières albuminoïdes, on évapore à siccité, puis qu'on ajoute une quantité d'eau équivalente à la quantité d'eau évaporée, le liquide obtenu ne fermentera plus, qu'on y ajoute ou non de la pepsine. Si, dans les conditions ordinaires, le petit-lait, dépourvu de la caséine, fermente, c'est que beaucoup de matières azotées restent dissoutes (lactoprotéine, etc.) et servent à la fermentation.

» 6° On peut confirmer cette explication par l'expérience suivante : Une solution de lactose pure et une solution de caséine (dissoute dans le suc gastrique) ne fermentent pas isolément, mais, réunies, elles fermentent. Toutefois la fermentation est très-peu active si l'on abandonne le mélange à lui-même. Mais, si l'on fait passer dans le mélange un courant d'oxygène, on aura une fermentation dix fois plus rapide et plus active. L'influence de l'oxygène sur la fermentation lactique se fait toujours dans le même sens et active toujours la fermentation, soit qu'on opère sur le lait, soit qu'on opère sur des mélanges de sucre de lait et de caséine dissoute.

» 7° En présence d'une très-grande quantité de phénol, la fermentation s'arrête; mais, pour que cette action du phénol soit complète, il faut qu'il soit mis en excès, c'est-à-dire qu'une partie du phénol reste indissoute dans le liquide, sinon la fermentation est ralentie, mais non entravée. Alors que la fermentation lactique est seulement ralentie, la fermentation

butyrique est absolument entravée, fait qui pourrait servir à la séparation des deux ferments.

» 9° Des faits énoncés plus haut, on peut conclure que le suc gastrique, par son action dissolvante sur la caséine, et peut-être par une autre action encore inconnue, donne à la fermentation lactique une activité et une rapidité surprenantes. Le suc gastrique des poissons agit comme celui des mammifères; mais il faut une température de 35 à 40 degrés pour qu'il puisse coaguler la caséine.

» Il n'est pas douteux que, dans l'alimentation des nouveau-nés, l'acidification spontanée, presque immédiate, du lait ingéré, ne joue un rôle très-important en épargnant au jeune organisme les frais d'une sécrétion acide abondante. L'oxygène du sang contribue sans doute à augmenter la rapidité de la fermentation, ainsi que le démontrent les expériences directes [1]. »

HELMINTHOLOGIE. — *Classification des Cestoïdes.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Depuis la publication des travaux de P.-J. Van Beneden, personne ne s'est guère occupé de la classification générale des Vers du groupe des Cestoïdes. Les auteurs qui ont publié des ouvrages spéciaux sur les Helminthes, comme Cobbold, ou des ouvrages généraux de Zoologie, comme Claus, se sont bornés à modifier un peu les coupes principales du savant professeur de Louvain, sans réussir cependant à grouper les coupes secondaires d'une façon plus naturelle. C'est ce qui m'engage à appeler l'attention sur la coïncidence de deux catégories de caractères, dont la combinaison constante semble indiquer, dans la classe des Cestoïdes, des coupes primordiales aussi naturelles que possible, et auxquelles cependant personne ne s'est arrêté.

» Van Beneden divise ses Cestoïdes digénèses en deux grandes familles : les *Tæniadés,* habitant les Vertébrés à sang chaud ; les *Bothriadés,* habitant les animaux à sang froid. Dans l'ordre des Bothriadés, il distingue trois familles, celles des *Tétraphylles,* des *Diphylles* et des *Pseudophylles*. Les grandes coupes adoptées par Cobbold sont exactement les mêmes, sauf que les Tétrarhynques, qui forment pour Van Beneden une simple tribu des Cestoïdes

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

bothriadés tétraphylles, constituent, pour l'helminthologiste anglais, une coupe de même valeur que celle des Tæniadés et des Bothriadés. Claus, de son côté, distingue dans les Cestoïdes digénèses de Van Beneden cinq familles, celles des *Tæniadés*, des *Bothriocéphalidés*, des *Ligulidés*, des *Tétrarhynchidés*, des *Tétraphyllidés*, et il serait disposé à ajouter une sixième famille pour les Diphylles du même auteur. Ce démembrement des ordres du naturaliste belge nous paraît malheureux; mais la classification de ce dernier pèche également contre les règles de la méthode naturelle. En dehors du caractère tout physiologique fourni par l'habitat, il serait impossible en effet de trouver un trait d'organisation permettant de définir soit ses Tæniadés, soit ses Bothriadés. Mais il est facile de faire une remarque qui permet de distribuer tout autrement les familles entre les deux ordres, et la diagnose de ceux-ci devient alors des plus simples.

» Tous les Bothriadés tétraphylles de Van Beneden ont, comme les Tæniadés, les orifices génitaux situés sur la tranche des anneaux ou proglottis. Tous ses Bothriadés diphylles et pseudophylles ont, au contraire, les orifices génitaux situés sur la ligne médiane de la face large des proglottis, et cette différence dans la disposition des orifices correspond à d'importantes différences dans l'organisation même des proglottis, comme l'ont montré les recherches de Sommer et de Landois sur les Tænias et les Bothriocéphales. D'autre part, tous les Cestoïdes à orifices génitaux situés sur la tranche des proglottis ont les organes principaux de fixation du scolex : ventouses, bothridies, crochets, trompes épineuses, toujours au nombre de quatre, tandis que les Cestoïdes dont les orifices génitaux sont situés sur la face large du proglottis n'ont que deux ventouses ou bothridies. Il y a donc une coïncidence remarquable entre l'organisation des deux catégories d'individus qui constituent une colonie de Cestoïdes : le scolex et les proglottis. Cette coïncidence révèle incontestablement l'existence, dans cette classe d'Helminthes, de deux types parfaitement distincts, pour lesquels nous pouvons conserver les deux ordres des Bothriadés et des Tæniadés de Van Beneden, mais en les délimitant de la façon suivante :

» 1. *Tæniadés :* scolex construit sur le type 4. Orifices génitaux sur la tranche des proglottis.

» 2. *Bothriadés :* scolex construit sur le type 2. Orifices génitaux sur la ligne médiane de la face large des proglottis.

» L'ordre des Tæniadés comprend les familles des Tæniens (genres : Tænia, Ophriocotyle), des Phyllobothriens (genres : Echeneibothrium, Phyllobothrium, Anthobothrium), des Phyllacanthiens (genres : Acanthobo-

thrium, Onchabothrium, Calliobothrium, Tricuspidarix), des Rhynchothriens (genre Tetrarhynchus).

» La dénomination de *Tétraphylles*, qui réunissait les trois dernières familles, doit disparaître, puisqu'elle s'applique également bien à tous les Tæniadés.

» Il est inutile de décomposer en familles l'ordre des Bothriadés, à moins qu'on n'y veuille comprendre les *Cariophyllæus*, qui ne sont peut-être pas des Cestoïdes. Les Pseudophylles peuvent avoir des bothridies aussi bien développées que les Diphylles, comme le montrent les *Duthiersia*, qu'on ne peut éloigner des Bothriocéphales, et, contrairement à l'opinion de Claus qui les élève au rang de famille distincte, M. Donnadieu vient de montrer que les Ligules ne doivent pas être distinguées génériquement de ces mêmes Bothriocéphales. Nous rejetterons donc ces dénominations de *Diphylles* et *Pseudophylles*, nous laisserons indivis l'ordre des Bothriadés et nous y comprendrons les genres Echinobothrium, Duthiersia, Diphyllobothrium, Solenophorus, Bothriocephalus et Ligula. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 FÉVRIER 1878.

(SUITE.)

École pratique des Hautes-Études. Physiologie expérimentale. Travaux du laboratoire de M. Marey, III, année 1877. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1877; 5e partie. Séances de septembre et octobre. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Le Phylloxera. Expériences du Comité de Cognac. Solution pratique de la guérison des vignes phylloxérées par les sulfocarbonates alcalins; par P. MOUILLEFERT. Paris, G. Masson, 1877; in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. VIII, IX. Arras, impr. A. Courtin, 1876-1877; 2 vol. in-8°.

Mémoires sur les Chromides marins ou Pomacentroïdes de l'Inde archipélagique; par P. Blecker. Harlem, les héritiers Loosjes, 1877; in-4°.

Observations météorologiques des stations du second ordre dans les Pays-Bas, 1876. Utrecht, Kemink et fils, 1877; in-4°.

Marche annuelle du thermomètre et du baromètre en Néerlande, déduite d'observations simultanées de 1843 à 1845, en rapport avec les observations des stations normales, Copenhague, Greenwich et Paris. Institut royal météorologique des Pays-Bas. Utrecht, Keminck et fils, 1876; in-4°.

Memoirs of the royal astronomical Society; vol. XLIII, 1875-1877. London, 1877; in-4°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVIII, Part I, for the session 1876-1877. Edinburgh, 1877; in-4°.

Proceedings of the royal Society of Edinburg; session, 1876-1877. Edinburgh, 1877; in-8°.

Reprint of papers on electrostatics and magnetism; by sir William Thomson. London, Macmillan and C°, 1872; in-8°.

Dun Echt Observatory publications. Vol. II : *Mauritius expedition*, 1874. Division I : *Determination of the solar parallax by observations of the minor planet Juno* (3) *at opposition*, etc. Dun Echt, Aberdeen, 1877; in-4°. (Renvoyé à la Commission du Passage de Vénus.)

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1878.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1878. Paris, Berger-Levrault, 1878; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, n°s 46 à 52, du 15 au 21 février 1878. Paris; in-4° autographié.

Bulletin de la Société clinique de Paris, rédigé par MM. Labadie-Lagrave et H. Huchard, 1877. Paris, Ad. Delahaye, 1877; in-8°.

La musique et l'acoustique. Aperçu général sur leurs rapports et sur leurs dissemblances; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°.

Rapport sur l'administration de la Société de lecture pendant 1877, *présenté au nom du Comité à l'Assemblée générale de cette Société, le mercredi* 30 *janvier* 1878; *par* M. A.-J. Martin. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1878; br. in-8°.

Traité de Géologie et de Paléontologie; par GREDNER, traduit sur la troisième édition allemande par MONNIEZ; fasc. I, p. 1 à 160. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

L'année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER; 21e année (1877). Paris, Hachette et Cie, 1878; in-12.

War department office of the Chief signal-officer. Daily Bulletin of Weather-Reports, signal-service United States army, taken at 7,35 A. M., 4,35, P. M. and 11 P. M., Washington mean time, with the synopses, probabilities, and facts, for the month april, may 1874. Washington, government printing office, 1877; 2 vol. in-4° reliés.

Miscellaneous publications, n° 8. *Fur-bearing animals: a Monograph of north American mustelidæ, etc.; by* ELLIOTT COUES. Washington, government printing office, 1877; in-8° relié.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; vol. IV, Part I. New-Haven, 1877; in-8°.

Annual report of the director of Harvard College Observatory; by prof. E.-C. PICKERING. Cambridge, Wilson and Son, 1877; br. in-8°.

Quarterly weather report of the meteorological office; Part I, january-march 1875; Part II, april-june 1875. London, 1877; 2 br. in-4°.

Secção photographica, fac-simile obtido pelos processos da secção photographica ou artistica, da direcção geral dos trabalhos geodesicos, das dez primeiras paginas da obra abaixo designada existente na Bibliotheca da Academia real das Sciencias de Lisboa. Lisboa, impr. por J. Rudin, 1877; grand in-8°.

Dictionario de Medicina e therapeutica homœopathica ou a Homœopathia posta ao alcante de todos, etc.; pelo Dr MELLO MORAES. Rio de Janeiro, Typogr. nacional, 1872; in-8° relié.

Deus, a natureza, a creação, o universo e o homem, ou Memoria sobre o fluido universal ou ether; pelo Dr Mello MORAES. Rio de Janeiro, typogr. do Globo, 1877; in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani; dicembre 1877, gennaio 1878. Palermo, tipogr. Lao, 1877-1878; 2 liv. in-4°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les COMPTES RENDUS hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
A Agen	Michel et Médan.
Alger	Garault St-Lager. Orlando.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse, Belleuvre et Ce.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion
Cherbourg	Lepoittevin.
Bordeaux	Chaumas Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Rousseau.
Dijon	Lamarche.
Douai	Bonnard-Obez. Crépin.
Grenoble	Drevet.
La Fère	Bayen.
La Rochelle	Hairitau.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Charles.
Lyon	Beaud. Palud.
A Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Moulins	Martial Place.
Nantes	Douillard frères. Mme Veloppé.
Nancy	André. Grosjean.
Nice	Barma. Visconti.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Ressayre.
Rennes	Morel et Berthelot. Verdier.
Rochefort	Brizard. Valet.
Rouen	Métérie. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe aîné. Rumèbe jeune.
Toulouse	Gimet. Privat.
Valenciennes	Giard. Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

	chez Messieurs :
A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq et Duhent. Merzbach et Falk.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Clemm.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Imer-Cuno.
Leipzig	Brockhaus. Twietmeyer. Voss.
Liége	Bounameaux. Gnusé.
Londres	Dulau Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
A Moscou	Gautier.
Madrid	Bailly-Baillière. Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Magalhães et Moniz. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Venise	Ongania.
Vérone	Drucker et Tedeschi.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Franz Hanke. Schmidt.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 8.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 Février 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

Nº 9 (4 Mars 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le son qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Aca démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires son tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrai autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fon pour les articles ordinaires de la correspondance offi cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, l jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* sui vant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fa un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* apr l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pr sent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie du téléphone.* Note de M. Th. du Moncel.

« Dans la Note que j'ai présentée lundi dernier à l'Académie, j'avais eu surtout en vue de faire ressortir les effets avantageux qui peuvent résulter, pour les transmissions téléphoniques, de la transformation des courants voltaïques en courants induits, et j'avais évité d'aborder le côté théorique de la question, parce que plusieurs données me manquaient encore pour bien fixer mes idées à cet égard. Aujourd'hui, je suis plus en mesure d'émettre une opinion justifiée, et je vais essayer de le faire le plus brièvement possible.

» On admet généralement que l'audition de la parole transmise par le téléphone résulte de la répétition, par la lame vibrante du téléphone récepteur (par suite des effets électromagnétiques produits), des vibrations déterminées par la voix sur la lame vibrante du téléphone transmetteur, lesquelles vibrations détermineraient les courants induits plus ou moins intenses destinés à produire les effets électromagnétiques. Mais, pour peu qu'on analyse les effets produits, on reconnaît qu'une semblable explica-

tion est difficile à admettre, et toutes les expériences qui ont été faites récemment semblent sinon la condamner, du moins la faire considérer comme incomplète. En effet, on a démontré que, non-seulement la lame vibrante du téléphone récepteur pouvait être remplacée par une *armature très-épaisse et très-massive,* sans que la transmission de la parole en fût altérée, mais encore que ces lames vibrantes pouvaient être constituées *avec des matières non magnétiques.* Bien plus, même, M. Spottiswoode a constaté récemment que l'on pouvait *supprimer entièrement la lame vibrante*, sans empêcher la transmission téléphonique, pourvu que l'extrémité polaire de l'aimant fût placée très-près de l'oreille [1]. Si l'on considère, d'un autre côté, que les différentes parties d'un téléphone peuvent transmettre des sons articulés, soit directement, soit par l'intermédiaire de téléphones à ficelle, ainsi que l'a constaté M. A. Bréguet, on acquiert la conviction que les vibrations qui reproduisent la parole dans le téléphone récepteur sont principalement produites par le noyau métallique enveloppé par la bobine, et, par conséquent, sont de la même nature que celles qui ont été étudiées dans les tiges électromagnétiques résonnantes par MM. Page, Henry, Wertheim, etc. On sait que ce sont ces vibrations qui ont été utilisées dès l'année 1861 dans le téléphone de M. Reiss, et plus tard dans ceux de MM. Cecil et Leonard Wray, Van der Weyde et Elisha Gray. Dans cette hypothèse, la lame vibrante n'aurait d'autre rôle à remplir que de réagir pour la production des courants induits, quand elle serait mise en vibration par la voix, et de *renforcer*, par sa réaction sur l'extrémité polaire du barreau aimanté, les effets magnétiques déterminés au sein de celui-ci, quand elle vibrerait sous l'influence électromagnétique, ou du moins quand elle serait actionnée par l'aimant. Or, comme ces vibrations sont d'autant plus amplifiées pour une même note que la lame est plus flexible, et comme, d'un autre côté, les variations dans l'état magnétique d'une lame s'effectuent d'autant plus rapidement qu'elle présente moins de masse, on comprend immédiatement pourquoi il convient d'employer des lames vibrantes très-minces. Dans le cas de la transmission, la plus grande amplitude des vibrations augmente l'intensité des courants induits transmis. Dans le cas de la réception, les variations d'aimantation déterminant les sons sont rendues plus accentuées et plus nettes ; il y a donc avantage dans les deux cas. Cette hypothèse n'exclut d'ailleurs en rien l'effet phonétique

---

(1) Voir le *Telegraphic journal* du 1er mars 1878, p. 96.

des vibrations mécaniques qui pourraient se produire, et qui viendraient ajouter leur action à celle des noyaux magnétiques.

» Dans les téléphones de MM. Reiss, Wray et Gray, les noyaux magnétiques n'avaient pas d'armatures, et c'étaient des caisses sonores qui amplifiaient les sons; dans les téléphones Bell, ce sont surtout les lames vibrantes qui, pour les récepteurs, déterminent cet effet, et M. Bell n'a employé des aimants persistants pour ces derniers que pour rendre son appareil à la fois transmetteur et récepteur. Dans son premier modèle exposé à Philadelphie, le récepteur n'était autre chose, en effet, qu'un électro-aimant tubulaire dont le pôle cylindrique était muni de la lame vibrante.

» Reste à savoir maintenant à quel effet physique on doit attribuer les vibrations du noyau magnétique sous l'influence des variations d'intensité des courants traversant la bobine qui l'enveloppe, et il faut alors se reporter aux expériences de MM. Page, Henry et Wertheim. D'après ces expériences, il paraîtrait que ce serait aux contractions et aux dilatations des molécules magnétiques, sous l'influence des aimantations et des désaimantations successives, qu'il faudrait les attribuer, et cette hypothèse pourrait être justifiée par les modifications que certains physiciens ont constatées dans la longueur d'une tige de fer soumise à une action magnétique énergique.

» Quant à l'action plus efficace des courants induits dans les transmissions téléphoniques, je ne serais pas éloigné de croire que c'est surtout à leur *instantanéité* de production qu'ils doivent cet avantage. Ces courants, en effet, grâce à cette propriété, ne sont pas, comme les courants voltaïques, *fonction* de la durée des vibrations du transmetteur, et, ne passant pas par une période variable dont la durée augmente comme le carré de la longueur du circuit, *leur action sur le récepteur ne dépend uniquement que de leur intensité;* ils se prêtent, en conséquence, beaucoup mieux aux vibrations phonétiques que les courants voltaïques, et cela d'autant mieux que les courants inverses qui suivent leur émission déchargent la ligne et contribuent encore à rendre leur action plus nette et plus prompte.

» Si l'on considère que, d'après les recherches de M. Warren de la Rue (¹), les courants produits par les vibrations de la voix dans les téléphones ordinaires représentent en intensité ceux d'un *élément Daniell traversant* 100 *méghoms de résistance* (soit 10 000 000 de kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre), on peut comprendre que l'intensité plus ou

(¹) Voir le *Telegraphic Journal* du 1er mars 1878, p. 97.

moins grande des courants employés dans les transmissions téléphoniques n'entre que faiblement dans les effets phonétiques produits, et qu'elle serait, dans les conditions ordinaires, incapable de déterminer par elle-même, dans une lame aussi tendue que l'est celle d'un téléphone, et par de simples effets d'attraction à distance, des mouvements mécaniques assez caractérisés pour donner lieu à des vibrations susceptibles de produire des sons. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans les combinaisons photochimiques.* Note de M. **Favé**.

« Quand on admet que tout corps solide, liquide ou gazeux, est caractérisé par le système de ses vibrations, on est conduit à considérer la cause des combinaisons chimiques comme n'étant plus un problème inabordable. Le système des vibrations du composé devra être lié, par un certain rapport, avec les vibrations des corps composants, comme je l'ai déjà signalé, dans une Communication précédente, pour les sels qui conservent les vibrations caractéristiques de leurs bases. En faisant un pas de plus, on regardera comme admissible, à titre de conjecture vraisemblable, que l'affinité devra s'exercer quand des corps, en contact apparent, auront en concordance des vibrations d'une intensité suffisante pour entraîner dans un mouvement commun des éléments jusque-là séparés. Que les vibrations soient infra-lumineuses, qu'elles soient lumineuses ou qu'elles soient ultra-lumineuses d'après la position, dans le spectre solaire, des ondes de l'éther qui en résultent, elles jouiront toutes de la propriété de déterminer des combinaisons chimiques, par concordance, quand leur force vive aura l'intensité convenable.

» Dans ces conditions, la formation d'un nouveau composé sera soumise à une loi trouvée par M. Berthelot et dont je modifierai quelque peu l'énoncé. La combinaison qui se forme est, parmi les combinaisons possibles, celle qui conserve le minimum de force vive dans l'ensemble de ses mouvements vibratoires. Cela se conçoit, puisque toute autre combinaison serait instable. Il résulte de là que la combinaison formée sera celle qui sera capable de dégager le plus de chaleur; celle qui en dégage le moins pourra aussi se former dans quelques circonstances, mais elle manquera de stabilité.

» On trouve dans les phénomènes de la photochimie des indices, si ce n'est des preuves, à l'appui de la manière dont je viens d'envisager l'affinité chimique.

» Le mélange du chlore et de l'hydrogène se conserve intact dans l'obscurité; mais, dès qu'on l'expose aux rayons solaires, une vive détonation se produit avec dégagement de chaleur et de lumière. C'est une combinaison chimique qui s'effectue sous l'influence de la force vive apportée aux gaz par les ondes solaires. Dans une autre circonstance, la même cause agit en sens inverse, car les rayons solaires décomposent le chlorure d'argent en séparant ses éléments.

» Une feuille de papier enduite avec une solution d'azotate d'argent fondu noircit à la lumière, parce que le métal s'isole et se dépose, mais ici l'effet se complique, parce qu'il est favorisé par la matière organique du papier qui intervient dans le résultat. On doit remarquer que le papier sensible à la lumière, dont nous venons de parler, se conserve intact dans l'obscurité.

» Disons encore, sans entrer dans plus de détails, que les radiations solaires agissent : 1° pour réduire les acides suroxygénés, les sels ou les composés binaires métalliques; 2° pour oxyder les matières organiques, d'où il résulte que les mélanges de ces deux genres de substances constituent les réactifs les plus sensibles à l'action photochimique. Ainsi voilà toute une classe de combinaisons chimiques que les ondes du Soleil suffisent à déterminer, sans que nous soyons encore en état de dire toujours quelles sont les longueurs de celles qui interviennent. Niepce de Saint-Victor exposa au soleil, sous un cliché négatif, une feuille de papier blanc qui n'avait reçu aucune préparation; il en fit un rouleau qu'il introduisit dans un tube de fer-blanc. Ce tube, bouché hermétiquement, fut conservé pendant plusieurs jours et, quand on l'ouvrit, l'ouverture placée sur un papier sensible détermina un cercle d'argent réduit. La même expérience réussit encore avec une feuille de papier conservée pendant plusieurs mois. L'action décomposante ne se produit qu'une fois et elle n'a pas lieu à travers du verre. Ainsi les vibrations utilisables, que les ondes venues du Soleil développent dans le papier blanc, conservent dans un tube de fer-blanc, fermé hermétiquement, l'intensité nécessaire à l'action photochimique; puis cette intensité diminue promptement à l'air libre et bientôt elle devient insuffisante. Elle est incapable, même au premier instant, d'agir en traversant du verre, soit parce que les ondes efficaces n'existent pas dans cette matière, soit parce que celles qui y pénètrent lui laissent de leur force vive.

» Le daguerréotype utilise un phénomène du même genre : une plaque d'argent recouverte d'une couche mince d'iode reçoit les ondes d'un objet plus ou moins éloigné et n'en témoigne rien; mais ensuite les vapeurs du

mercure se fixent sur les parties qui ont reçu les ondes et les rendent d'autant plus blanches qu'elles ont été plus éclairées. Ici, des ondes de la lumière communiquent aux vibrations de l'iode une intensité qui donne à ce corps la faculté d'entrer en combinaison avec la vapeur du mercure, ce qui signifie, pour nous, que les éléments des deux matières entrent dans un mouvement combiné.

» Après avoir constaté les effets photochimiques de la lumière blanche, on a fait des expériences avec les rayons simples, et l'on a obtenu des effets qui démontrent bien que la combinaison chimique est déterminée dans chaque cas par des ondes de longueurs et d'intensités particulières.

» Le chlore exposé pendant quelque temps à l'influence des rayons solaires acquiert la propriété de se combiner avec l'hydrogène, même quand le mélange des deux gaz est ensuite opéré dans l'obscurité la plus complète. Ce fait est accompagné d'une circonstance importante qui paraît de nature à ériger en théorie les explications précédentes; car ici les rayons solaires ont certainement servi à augmenter l'intensité de certaines vibrations du chlore, puisque ce chlore insolé dégage plus de chaleur que le chlore ordinaire lorsqu'on le dissout dans une dissolution concentrée de potasse. En comparant les quantités de chaleur dégagées, dans les deux cas, on a trouvé qu'elles sont dans le rapport de 478,85 à 439,70. Le chlore insolé a pris, sous l'influence des ondes solaires, un accroissement de force vive qui ne se manifeste pas par la température. Ce fait n'est pas seulement important pour expliquer comment un corps, à deux états vibratoires différents, pourra varier dans ses propriétés chimiques : il est encore propre à nous faire réfléchir sur la complication des vibrations simultanées des éléments de la matière. Des expériences bien connues en acoustique, celles qui rendent visibles les mouvements composés d'un point d'une vibration sonore, sont de nature à nous fournir des données applicables peut-être à cette question. La dissolution du chlore dans l'eau se transforme, sous l'influence des ondes solaires, en oxygène et acide chlorhydrique. Les deux produits ensemble doivent avoir, à température égale, une force vive plus grande que celle des corps primitifs, et la différence provient de l'emprunt fait aux ondes solaires.

» Un mélange de chlore et d'hydrogène, en volumes égaux, demeure sans modification dans l'obscurité; mais l'exposition à la lumière solaire, ou seulement à une bougie allumée, ou bien l'élévation à une température de 200 degrés, suffisent pour déterminer une détonation dans laquelle se forme le chlorure d'hydrogène. La combinaison peut s'opérer dès que

les deux gaz ont acquis, sur quelque point, une intensité suffisante pour leurs vibrations d'action réciproque. Le verre qui contient le mélange se brise toujours quand on fait agir la lumière solaire, mais par exception seulement quand c'est la bougie qui détermine la combinaison. Cela provient de ce que l'action directe des ondes s'étend à une plus grande partie du liquide et rend la combinaison plus rapide dans le premier cas que dans le second.

» L'acide sulfureux sec et l'oxygène sec sont sans action l'un sur l'autre à toutes les températures, mais ils se combinent et produisent de l'acide sulfurique anhydre dès qu'on fait passer leur mélange sur de la mousse de platine légèrement chauffée. Cela peut s'expliquer en admettant que la mousse de platine a certaines vibrations capables d'augmenter l'intensité de celles qui sont en concordance dans l'acide sulfureux et dans l'oxygène. Peut-être aussi la mousse de platine fournit-elle à l'acide sulfurique des vibrations qui manquent dans les deux composants.

» Le bisulfure d'hydrogène est un liquide jaunâtre qui possède, comme l'eau oxygénée, la propriété de se décomposer au contact de certains corps, parmi lesquels sont le charbon et les métaux précieux. Il se produit du soufre et de l'acide sulfhydrique qui proviennent sans doute de ce que le charbon ou le métal précieux ont donné ou pris de la force vive représentée par des vibrations de certaines durées.

» On distingue pour le soufre solide quatre états différents, et les quantités de force vive représentées par les mouvements vibratoires varient de l'un à l'autre, dans l'ordre suivant, en commençant par celui qui en a le plus : le soufre amorphe, le soufre mou, le soufre prismatique, le soufre octaédrique. Le soufre amorphe étant insoluble dans le sulfure de carbone, qui dissout le soufre ordinaire, ne doit pas avoir un système de vibrations tout à fait semblable. Les deux corps doivent différer au moins dans les intensités relatives de leurs vibrations.

» En coulant dans l'eau froide du soufre fondu mis en filet aussi mince que possible et élevé à une température voisine de 230 degrés, on obtient le soufre mou, de couleur brunâtre, auquel cette sorte de trempe a donné une élasticité comparable à celle du caoutchouc. Si l'on place ce soufre mou dans une étuve chauffée un peu au-dessus de 90 degrés, il se transforme en soufre ordinaire par un dégagement de chaleur tellement sensible qu'un thermomètre plongé dans le soufre mou accuse brusquement une élévation de température de 10 à 12 degrés. Ainsi le soufre mou obtenu par

un refroidissement brusque a une force vive plus considérable, pour la même température, que celle du soufre ordinaire.

» Le soufre amorphe présente un caractère pareil. On peut, en le fondant à 100 degrés, le transformer en soufre prismatique. Or, comme ce dernier soufre ne fondrait qu'à une température plus élevée, on en conclut que le soufre amorphe possédait déjà l'excédant de chaleur nécessaire à la fusion du soufre prismatique.

» Le soufre prismatique, mouillé avec du sulfure de carbone, se transforme en soufre octaédrique en dégageant de la chaleur. Le soufre octaédrique a donc, pour une température égale, un système vibratoire dont la force vive est moindre que celle du soufre prismatique.

» Le phosphore jaune chauffé, à l'abri du contact de l'air, vers 240 degrés, se transforme graduellement en phosphore rouge, qui en diffère beaucoup par ses propriétés. Le phosphore rouge n'est plus lumineux dans l'obscurité; il a perdu son odeur, il est devenu insoluble dans le sulfure de carbone. Le phosphore jaune, garanti du contact de l'air et soumis à une chaleur voisine de 240 degrés, a donc subi un changement notable dans le système de ses vibrations. Le phosphore rouge est beaucoup plus difficilement que l'autre attaqué par l'acide azotique, ce qui semble indiquer que ses vibrations, en concordance avec celles de l'acide, ont disparu ou du moins ont perdu de leur intensité. Le phosphore rouge repasse à l'état de phosphore ordinaire vers 260 degrés.

» Les changements que la chaleur, composée, comme on sait, d'un ensemble de vibrations nombreuses et de différentes durées, opère dans le système vibratoire de certains corps, peuvent donner quelque idée des causes qui feront cesser, à une certaine température, une combinaison chimique qu'on verra se reformer à une température différente. Cela peut aussi servir à se rendre compte du phénomène de la dissociation.

» La formation de l'ozone par le passage de l'étincelle électrique à travers l'oxygène s'explique ainsi : l'électricité augmente dans l'oxygène certaines vibrations existantes ou peut-être même en introduit de nouvelles. C'est ainsi que naissent des propriétés qui n'existaient pas auparavant : de ce nombre est la faculté odorante qui appartient à des vibrations d'intensités particulières. L'ozone décompose l'iodure de potassium en mettant l'iode en liberté; cela peut provenir de ce que ses vibrations, en concordance avec celles du potassium, ont acquis dans l'ozone plus d'intensité qu'elles n'en avaient dans l'oxygène. Si l'ozone perd promptement ses pro-

priétés caractéristiques, pour se transformer en oxygène, c'est que l'accroissement d'intensité donné par l'étincelle à certaines de ses vibrations va en diminuant peu à peu, par suite de la force vive qu'elles communiquent à l'éther.

» Nous croyons pouvoir expliquer encore de la même manière tout un genre de phénomènes découvert par M. Gernez. Une solution sursaturée d'une matière cristallisable, de sulfate de soude par exemple, dans laquelle on jette un cristal de sulfate de soude si petit qu'il soit, donne en peu d'instants une grande quantité de matière cristallisée. Cela se comprend en admettant que le plus petit cristal possède le système de vibrations constitutif de cet état; qu'ainsi il communique ou propage dans la dissolution les vibrations de durées convenables qui peuvent y manquer. Cette explication s'étend aux cristaux qui se nourrissent en quelque sorte et s'accroissent dans leurs dissolutions, car on conçoit que l'influence des vibrations du cristal s'exerce plus fortement au contact apparent qu'à une distance plus grande. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur l'intérêt que présente la conservation de certains blocs erratiques situés sur le territoire français, et sur l'ouvrage de* MM. Falsan et Chantre, *relatif aux anciens glaciers et au terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône,* au nom d'une Commission formée par la Section de Minéralogie et par M. Belgrand; par M. **Daubrée.**

« Les vestiges imposants que les glaciers ont laissés à la surface de l'Europe, antérieurement à la période actuelle, sont des témoins irrécusables d'un phénomène d'un haut intérêt. Non-seulement ce phénomène représente un régime climatérique bien différent de celui dans lequel nous vivons, mais encore il a exercé une influence des plus considérables sur le relief d'une partie des continents, ainsi que sur la nature et la disposition des alluvions qui en recouvrent de vastes étendues.

» Des surfaces polies et striées, caractéristiques du frottement des glaciers, se reconnaissent çà et là sur les roches, lorsqu'elles ne se sont pas désagrégées ultérieurement et qu'elles n'ont pas été recouvertes par la terre végétale, mais ce sont des circonstances comparativement rares. Les vestiges glaciaires les plus fréquents consistent dans les *blocs erratiques*, qui

sont tantôt disséminés, tantôt encore accumulés les uns sur les autres à l'état de moraines.

» Le fait fondamental que ces blocs servent à constater a paru si surprenant qu'on n'y aurait pas ajouté foi sans les preuves les plus démonstratives. Aujourd'hui, ce fait n'est plus douteux; aussi les blocs erratiques, que des caractères certains distinguent des blocs épars ordinaires, sont-ils à considérer comme d'importants monuments de l'histoire du globe, de véritables monuments historiques.

» Mais, en beaucoup de lieux, ces blocs sont avidement recherchés comme matériaux de construction; ce sont souvent des roches cristallines, très-résistantes, qui sont d'autant plus appréciées que, transportées par d'anciens glaciers des régions élevées où elles s'étaient formées, elles ont été apportées au milieu de plaines dépourvues de cette sorte de matériaux. Aussi ces blocs erratiques sont-ils, de toutes parts, exploités de la manière la plus active, et chaque jour leur nombre diminue considérablement. Si cette destruction continue, nos descendants, privés de la vue de ces témoins du passé, pourront à peine croire au phénomène imposant qu'ils caractérisent avec certitude.

» Bien des personnes, même en dehors des géologues, se sont émues de cette destruction, que l'on pourrait qualifier d'acte de vandalisme, et des moyens ont été proposés pour y porter remède au moins dans une certaine mesure.

» En Suisse, des mesures conservatrices ont été prises, à la suite d'un Rapport fait, en 1866, par la Commission géologique suisse, présidée par M. Studer, et sur l'initiative de deux savants bien connus, MM. Alphonse Favre et Soret. Les résultats auxquels ont abouti les efforts persévérants de ces savants sont consignés, chaque année, dans des Rapports spéciaux. Dans le canton d'Argovie par exemple, sous l'active direction du conseiller d'État chargé du département de l'Instruction publique, plusieurs circulaires contenant des instructions ont été publiées, et des conférences à ce sujet ont été faites par un professeur aux régents des diverses écoles cantonales, qui ont été invités à indiquer, sur des feuilles d'une carte à grande échelle, les principaux blocs erratiques de leur district.

» Dans la partie de la France qui appartient au département de la Haute-Savoie, les blocs erratiques ont également bénéficié des efforts des deux naturalistes suisses.

» Mais les dépôts glaciaires ne sont pas restreints à ces régions de hautes

montagnes : ils s'étendent sur une partie du sud-est de la France et ils y présentent des caractères qui les rendent particulièrement intéressants, ainsi qu'il résulte d'un travail que deux géologues de Lyon viennent de terminer.

» Déjà, au retour de son voyage en Provence, de Saussure avait signalé les blocs d'Auberives. En 1837, M. Itier décrivit les blocs alpins, dispersés au sommet des montagnes du Bugey, près de la Chartreuse-de-Portes. En même temps, MM. Fournet, Leymerie, Thiollière poursuivaient les mêmes études dans toute la région, mais ces observateurs distingués n'avaient pu se dégager de l'hypothèse d'un transport par de grands cours d'eau.

» Quelques années plus tard, en 1858, M. E. Benoît, imitant MM. Édouard Colomb et Blanchet, attribua ces phénomènes à l'influence plus ou moins directe d'anciens glaciers qui auraient envahi la vallée du Rhône jusqu'à Lyon, Bourg et Vienne. Il reconnut alors des moraines calcaires provenant de petits glaciers jurassiens. Dans le Dauphiné, M. Scipion Gras et surtout M. Lory ont fait, sur la même question, des études bien connues.

» Sur l'invitation de M. Alphonse Favre, qui avait étudié, de la manière la plus précise, ces phénomènes, tant en Suisse que dans la Haute-Savoie, MM. Falsan et Chantre poursuivirent avec activité les études qui avaient été faites antérieurement sur le bassin du Rhône.

» Après dix années d'exploration, ils ont tracé les résultats de leurs recherches sur six cartes du Dépôt de la Guerre au $\frac{1}{80000}$. Le terrain glaciaire, au lieu d'y être représenté par des teintes plates, y est figuré par des systèmes de lignes, analogues à celles qui sont adoptées pour indiquer les courants. Ces lignes, qui ne sont en quelque sorte que la reproduction complète des stries gravées par les glaciers sur les rochers du bassin du Rhône, ont été relevées avec beaucoup de soin par les auteurs de la carte; elles expriment donc le sens de la progression des anciens glaciers.

» C'est ainsi qu'on reconnaît que ces anciens glaciers avaient des proportions colossales. A Culoz, à Chambéry, à Grenoble, l'épaisseur de la glace approchait de 1000 mètres. Cette masse de glace était rencontrée par une autre branche du glacier du Rhône, qui, d'une part, par un rebroussement sous un angle d'environ 45 degrés, remontait au nord, au lieu de descendre vers le midi, et, d'autre part, envahissait la grande vallée de la Suisse pour déboucher dans celle du Rhin. A partir des montagnes du Bugey

et de la Chartreuse, au milieu desquelles le grand glacier poussait des rameaux, rencontrant de petits glaciers locaux, le niveau supérieur de la glace s'abaissait constamment vers l'ouest, et cet abaissement était proportionnel à l'épanouissement horizontal du glacier, au milieu des plaines du Dauphiné, du Lyonnais et des Dombes. Dans le Bas-Dauphiné, une espèce de seuil fermé par de la mollasse s'opposait à l'écoulement de la glace vers le midi, et la forçait à se diriger vers la Bresse.

» Depuis Bourg jusqu'à Vienne, Thodure et au delà, en passant par Lyon, on peut suivre, sans interruption, les moraines terminales de cet immense glacier épanoui en éventail : son vaste périmètre était compris entre les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, d'un côté; et de l'autre, entre les montagnes du Beaujolais et du Lyonnais. Le passage de la glace est attesté, soit par des stries gravées sur les rochers, soit par des amas de cailloux striés, soit enfin par des blocs erratiques.

» Un texte explicatif accompagnera la carte, pour servir à la monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Le travail est complété par des coupes longitudinales et transversales de l'ancien glacier du Rhône, ainsi que par une série de figures représentant les principaux blocs, assez habilement représentés pour en donner une idée exacte, ainsi que les moraines et des surfaces moutonnées et striées caractéristiques du frottement des glaciers.

» Quelque intéressants que soient ces monuments de notre ancienne histoire, ils disparaissent chaque jour, comme il a été dit plus haut. Les blocs du mont de Sion, ceux du Vuache sont exploités sans relâche; le bloc de la Commanderie près de Belley vient d'être détruit, de même que celui de la Chartreuse de Cortez qui était célèbre pour avoir été signalé le premier sur le sommet des montagnes du Bugey. Un bloc gigantesque, situé à Saint-Genis-Laval, près de Lyon, au milieu d'un pays granitique, vient d'être brisé pour servir à la construction d'une maison, et le beau bloc de granite porphyroïde, la belle pierre Vieillette, qui dominait le marais des Échecs, en Dombes, a subi le même sort. En Beaujolais, on ne brise pas les blocs, mais on les enfouit dans des fosses profondes, puis on les couvre de terre et de plants de vignes; c'est ainsi qu'à Nuelle, à Durette et ailleurs, la physionomie des anciennes moraines se modifie chaque année.

» Il est donc temps d'agir activement, afin d'épargner à notre pays la perte irréparable d'objets scientifiques; il ne s'agit d'ailleurs que de la protection d'un nombre très-restreint de ces blocs, c'est-à-dire de ceux qui méritent d'être conservés, à cause de leur volume considérable, de leur

position étrange ou caractéristique, ou bien enfin des légendes qui s'y rattachent.

» Des contrées de la France, autres que les Alpes, présentent également d'imposants monuments, des phénomènes erratiques : telles sont particulièrement les Vosges et les Pyrénées.

» Dans un Rapport étendu, qu'il a bien voulu nous adresser, M. Alphonse Favre nous a fait connaître :

» 1° Ce qui a été déjà fait pour la conservation des blocs erratiques sur le territoire français, dans le département de la Haute-Savoie, à la suite de demandes que, pendant dix ans, il a adressées, en commun avec M. le professeur Soret, à MM. les préfets de la Haute-Savoie, aux présidents de la Société géologique de France, et de négociations fort longues, quoique ces deux savants aient rencontré, toujours et partout, la plus parfaite obligeance;

» 2° Ce qui a été fait sur le territoire suisse, pour la conservation des blocs erratiques, à la suite des propositions faites en 1866 : presque tous les gouvernements des cantons se sont empressés de faire rechercher les masses erratiques, non-seulement par suite de la recommandation du département fédéral de l'Intérieur, mais parce qu'ils y étaient poussés par les Sociétés cantonales d'Histoire naturelle; c'est ainsi que la recherche des blocs erratiques devient partout populaire parmi les naturalistes de toutes sortes, botanistes, pharmaciens, entomologistes, géologues et autres;

» 3° Les mesures qui seraient à prendre pour conserver quelques-uns des blocs erratiques situés sur le territoire français.

» Ce Rapport de M. Alphonse Favre, auquel sont joints de nombreux documents imprimés, sera d'un grand secours dans la question qui nous occupe.

» Dans un récent Comité secret, l'Académie a manifesté l'intérêt qu'elle porte à ces blocs erratiques, à titre de véritables monuments, en nommant dans son sein une Commission spéciale chargée de veiller à la conservation de ceux de ces blocs qui sont les plus intéressants; la Commission aura des délégués dans les principales régions, pour atteindre ce but.

» Nous avons de plus l'honneur de proposer aujourd'hui à l'Académie de remercier MM. Falsan et Chantre du travail important et approfondi par lequel ils ont reconstitué le phénomène erratique dans les parties moyennes du bassin du Rhône et de leur témoigner l'intérêt avec lequel elle a pris connaissance de ce travail ».

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *De l'étiologie tellurique du choléra.* Note de M. le Dr E. DECAISNE. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« J'ai déjà communiqué à l'Académie, en 1875, un Mémoire sur la théorie tellurique du choléra, appliquée aux villes de Lyon, Versailles et Paris. J'ai l'honneur de lui soumettre aujourd'hui les conclusions d'un travail général, qui peut se résumer dans les propositions suivantes :

» 1° Le choléra se montre sur toutes les formations géologiques ; mais ce qui importe, pour son développement et sa propagation, c'est l'agrégation physique du terrain, sa perméabilité pour l'eau et pour l'air, enfin la quantité d'eau variable qu'il contient.

» 2° L'influence des causes locales tient aussi à l'époque de l'invasion des épidémies, comme le montrent un grand nombre d'observations.

» 3° Le choléra, qu'il règne aux Indes ou en Europe, préfère non-seulement certains quartiers dans une localité, mais encore certaines régions dans une contrée, tandis qu'il paraît en éviter d'autres. Les épidémies locales d'une contrée, d'une province, d'un pays, ne se groupent pas le long des grandes lignes de communication. Cela a été démontré pour les Indes et pour l'Europe.

» 4° Quelque fréquents que soient les cas de choléra qui éclatent sur les vaisseaux, et quelque favorables que soient les conditions du développement de la maladie, la règle est que le choléra ne s'y développe pas.

» 5° On ne peut méconnaître l'influence de la saison sur les épidémies de choléra, ni celle qu'exerce sur leur fréquence l'époque des pluies aux Indes et en Europe.

» 6° Contrairement à la doctrine qu'on leur prête généralement en France, les partisans de la doctrine tellurique ont toujours admis une substance infectieuse spécifique, un germe du choléra, qui se propage de lieu en lieu par les communications humaines, et non point par l'atmosphère libre, à de grandes distances.

» 7° Les partisans de la doctrine tellurique n'ont jamais prétendu, comme on le leur fait dire, que les tourbières et les marais dussent être les lieux les plus favorables au choléra. Au contraire, ils ont souvent relevé

ce fait que, dans nos climats tempérés, les régions marécageuses sont souvent épargnées d'une manière frappante.

» 8° En discutant les opinions de M. de Pettenkofer, l'auteur de la théorie tellurique, sur l'influence de l'eau du sol, ou eau souterraine, les partisans de la contagion passent ordinairement sous silence la coïncidence des oscillations de l'eau souterraine et de la fièvre typhoïde. Ils objectent, par exemple, que Lyon a eu, en 1874, un niveau très-bas des eaux du sol, et qu'à cette époque il n'y avait de choléra asiatique ni à Paris, ni à Marseille, et que, si le germe avait été transporté à Lyon, il est probable que cette ville aurait eu, dans certains quartiers reposant sur un terrain d'alluvion, une épidémie de choléra, comme en 1854, sur une partie de Perrache et de la Guillotière. Il suffit de consulter les recherches de M. Delesse sur les conditions géologiques et hydrologiques de Paris, et celles de M. de Pettenkofer et les miennes sur Lyon, pour voir que les conditions du sol et de l'eau souterraine sont très-différentes à Paris et à Lyon.

» Je pense d'ailleurs que la science géologique n'est pas encore en mesure de fournir, dans tous les cas, la solution du problème; mais je crois qu'il est bon d'attirer l'attention sur une doctrine qu'on néglige beaucoup trop, selon moi, dans la recherche de l'étiologie du choléra.

» Il ne faut pas oublier non plus, comme je l'ai déjà dit, qu'il y a, dans la production et le génie des épidémies, quelque chose de mystérieux, sensible et tangible la plupart du temps seulement par ses effets, et qui nous oblige à reconnaître une force agissant à ses heures, en dépit de tous les calculs et de toutes les prévisions.

» Cependant, dans l'étiologie de la propagation du choléra, comme de toutes les épidémies, il ne faut pas se laisser aller à un fatalisme désolant. Il vaut mieux croire que là, comme ailleurs, la Science n'a pas dit son dernier mot. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Étude de la résistance de l'air dans la balance de torsion.* Mémoire de MM. **A. Cornu** et **J.-B. Baille**.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Les difficultés qu'il a fallu résoudre pour donner à nos mesures de la densité moyenne de la Terre par la méthode de Cavendish toute la précision désirable nous ont conduits à plusieurs recherches accessoires, parmi lesquelles nous choisirons aujourd'hui l'étude de la résistance exercée par l'air sur le levier de la balance de torsion.

» Cette action du milieu ambiant sur les oscillations du levier paraît n'avoir aucunement préoccupé les expérimentateurs qui ont mesuré la densité moyenne du globe avec la balance de torsion; Cavendish et Baily n'ont parlé qu'incidemment de la *résistance de l'atmosphère*, sans chercher, même superficiellement, à en analyser les effets; M. Reich semble même en nier complétement l'influence, en raison de la faible vitesse du mouvement du levier.

» Il nous a paru, au contraire, indispensable, en raison même de l'extrême petitesse de l'attraction newtonienne que nous avions à mesurer, d'étudier en détail les effets de cette résistance, afin de connaître les lois de la perturbation qu'elle produit sur les oscillations de la balance de torsion. L'expérience n'a pas tardé à nous montrer que, loin d'être sans influence sur le mouvement du levier, la résistance de l'air se traduit par un effet considérable, à savoir : la décroissance régulière et rapide des amplitudes de l'oscillation; mais cet effet n'apparaît avec une netteté parfaite que lorsqu'on est parvenu à éliminer toutes les perturbations accidentelles. Grâce à de longs essais préliminaires, nous avons pu obtenir cette parfaite régularité des oscillations du levier, ainsi qu'on le verra plus loin par un exemple numérique, et établir expérimentalement les deux lois suivantes:

» 1° *Les amplitudes ou distances de deux élongations successives décroissent en progression géométrique.*

» 2° *Les époques des élongations sont en progression arithmétique.*

» Ces lois présentent un double intérêt : le premier, capital dans l'usage de la balance de torsion, est de fournir un moyen rationnel de conclure la position d'équilibre du levier d'après l'observation des élongations. En effet, on déduit de la première loi, par un calcul élémentaire, que la position d'équilibre n'est pas la moyenne de deux élongations successives, mais qu'elle divise leur intervalle dans le rapport de 1 à z, z étant la raison de la progression géométrique de décroissance. Par un calcul un peu moins simple, on justifie également la règle adoptée, sans démonstration, par Cavendish et Baily pour la détermination de la position moyenne d'équilibre déduite d'un nombre quelconque d'observations, règle qui consiste à prendre les milieux des amplitudes successives, puis les milieux de ces milieux, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul nombre. Lorsque z est voisin de l'unité, le résultat ainsi obtenu diffère en effet très-peu de la position d'équilibre.

» Le second point de vue intéressant sous lequel on peut envisager ces deux lois est la conséquence théorique à laquelle elles conduisent et qui est la suivante :

» *La résistance que l'air ambiant oppose au mouvement du levier est proportionnelle à la première puissance de la vitesse angulaire de ce levier.*

» Les physiciens ont eu plusieurs fois l'occasion d'étudier les lois de la résistance des milieux : ils ont trouvé des lois très-diverses suivant les circonstances; la résistance varie tantôt comme la simple vitesse, tantôt comme le carré, d'autres fois comme le cube de la vitesse. Dans le cas présent, les conditions sont tellement différentes de celles où ces études ont été faites, les forces en jeu sont si faibles qu'il eût été téméraire d'affirmer *a priori* l'application de telle loi plutôt que de telle autre.

» La démonstration de cette proposition se déduit de la comparaison des deux lois expérimentales énoncées plus haut avec l'intégrale de l'équation différentielle du mouvement du levier. Si l'on désigne par μ le moment d'inertie du levier, par H le coefficient du moment de la résistance du milieu, par K le couple de torsion et par ω l'angle d'écart avec la position d'équilibre, l'équation différentielle du mouvement est

$$\mu \frac{d^2\omega}{dt^2} + \mathrm{H}\frac{a\omega}{dt} + \mathrm{K}\omega = 0, \quad \text{d'où} \quad \left\{ \begin{array}{l} \omega = \mathrm{A}e^{-\alpha t}\sin\dfrac{2\pi(t-t_0)}{\mathrm{T}}, \\ \text{avec } \alpha = \dfrac{\mathrm{H}}{2\mu}, \quad \dfrac{2\pi}{\mathrm{T}} = \sqrt{\dfrac{\mathrm{K}}{\mu}} + \alpha^2. \end{array} \right.$$

Cette valeur de ω reproduit les deux lois énoncées et donne la valeur de la raison de la progression géométrique ainsi que celle de la progression arithmétique.

» On voit que la résistance du milieu modifie la période du mouvement oscillatoire produit par le couple de torsion ; mais la correction est petite et n'a d'importance que dans les mesures très-précises.

» Voici quelques-unes des observations qui ont permis d'établir ou de vérifier ces lois (unités adoptées : centimètre, gramme, seconde moyenne).

» *Série du* 12 *janvier* 1875. — Levier d'aluminium (appareil définitif) avec boules de cuivre rouge : on a observé trente et une élongations successives par réflexion d'une échelle placée à 560 centimètres du miroir du levier; les amplitudes totales ont varié de 13,47 à 4,95. Les rapports z des élongations successives et leurs intervalles de temps θ (déduits des tracés de l'enregistreur électrique) ont été les suivants :

z	θ	z	θ	z	θ	z	θ	z	θ	z	θ
	s		s		s		s		s		s
0,9666	203,55	0,9665	203,02	0,9654	203,72	0,9664	203,53	0,9647	203,55	0,9649	303,89
54	3,42	53	3,87	53	3,50	78	3,52	64	3,75	54	2,97
74	3,72	60	4,07	63	3,85	54	3,57	52	3,87	42	4,15
63	3,62	58	3,69	74	3,82	69	3,92	40	3,40	68	3,42
51	3,82	76	3,60	51	3,70	86	3,80	77	3,54		3,65

» La régularité des oscillations est remarquable et l'exactitude des deux progressions est

aussi satisfaisante que possible. Voir la description succincte des appareils, *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 954; 1873.

» Comme vérification des lois précitées, nous avons cherché à déterminer, dans des circonstances variées, la *valeur absolue de la résistance spécifique* que l'air exerce sur les masses cylindriques suspendues à l'extrémité d'un levier.

» *Séries de novembre* 1871. — Levier de laiton suspendu à un fil d'argent recuit : masses cylindriques de $2^c,46$ de diamètre et $2^c,46$ de hauteur, pesant ensemble $2p = 190,68$. On a observé les oscillations du levier en les plaçant à des distances $y = 5, 10, \ldots, 25$ de l'axe du fil de torsion. L'analyse des conditions mécaniques du problème conduit aux expressions suivantes :

$$\mu = \frac{2p}{g}(\beta^2 + y^2), \quad H = 2N(b^2 + y^2).$$

N, résistance de l'air sur chacune des masses pour une vitesse égale à l'unité;

b, distance à l'axe du fil à laquelle il faudrait placer les deux masses pour que leur résistance fût équivalente à la résistance du levier et du miroir;

β, distance analogue de deux masses de poids p donnant le même moment d'inertie que le levier, le miroir avec les masses au centre : g la gravité $= 890,96$.

	y	T	α		K	b	N
	c	s				c	
Données expérimentales.	5	107,70	0,00062360	Résultats.	0,00356	23,15	0,0000117
	10	166,59	31197		356	»	123
	15	234,37	20387		355	»	132
	20	303,19	13811		358	»	123
	25	375,03	10963		357	»	120

» La constance de N, dans ces conditions très-variées, est très-satisfaisante, si l'on a égard à la petitesse de sa valeur et à la difficulté de déterminer avec précision le coefficient d'extinction α. D'autres séries, obtenues avec des fils de torsion différents, ont donné sensiblement le même nombre.

» Les valeurs K du couple de torsion sont tout à fait remarquables comme concordance : les doutes émis par Baily et Cavendish sur la stabilité de cet élément ne sont nullement fondés.

» Nous avons insisté à plusieurs reprises sur l'extrême petitesse des forces en jeu : la valeur de N en donne la mesure. La résistance que l'air oppose au déplacement d'une des masses cylindriques pour une vitesse de 1 centimètre par seconde est voisine de $0^{gr},0000120$ ou un peu plus de 1 centième de milligramme; or le demi-levier n'a que 25 centimètres de longueur et ne décrit jamais plus de 40 secondes d'arc par seconde de temps; la vitesse des masses n'atteint donc pas $\frac{1}{10}$ de millimètre par seconde : la résistance est donc deux cents fois moindre, de sorte que la force totale qui produit la décroissance régulière des oscillations est inférieure à 1 *dix millième de milligramme*. »

PHYSIQUE. — *Influence de l'électricité sur l'évaporation.* Note de M. MASCART.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Depuis que Franklin et Lemonnier ont démontré qu'il existe de l'électricité dans l'air, soit par les temps orageux, soit dans les conditions ordinaires, un grand nombre de physiciens ont cherché quelle pouvait être l'origine de l'électricité atmosphérique. Volta crut déjà constater la production d'électricité positive dans la vapeur qui s'échappe de l'eau et, après les expériences de Pouillet sur cette question, il paraissait établi que la vaporisation de l'eau ordinaire est la source la plus importante de l'électricité atmosphérique. Des travaux plus récents ont mis en doute cette conclusion : dans tous les cas d'ébullition tumultueuse, où la formation des vapeurs semblait avoir été une cause d'électrisation, il y avait toujours projection de matières solides ou liquides sur les parois du vase, et ces frottements doivent jouer le rôle le plus important, car toute trace d'électricité disparaît quand on les empêche de se produire.

» D'autre part, la quantité d'électricité que peut fournir une évaporation lente est nécessairement très-faible et doit rester inappréciable par suite de l'imperfection des isolements. J'ai envisagé le problème d'un autre point de vue en cherchant si la formation lente des vapeurs est modifiée sous l'influence de corps électrisés. Une série de petits bassins d'évaporation communiquant avec le sol et contenant, soit de l'eau ordinaire, soit de la terre mouillée, ont été placés au-dessous de conducteurs maintenus dans un état électrique constant. Ces conducteurs étaient électrisés par une machine de Holtz, mise en mouvement à l'aide d'un moteur à eau et placée sous une cage de verre dont l'air était desséché par des vases renfermant de l'acide sulfurique.

» Dans ces conditions, la machine fonctionne indéfiniment et par tous les temps. Pour que l'état électrique des conducteurs, c'est-à-dire leur potentiel, fût maintenu invariable, l'un des pôles de la machine était isolé, l'autre communiquant avec le sol, et l'on disposait entre eux une sorte de *trop-plein* électrique formé d'une pointe métallique qui laissait échapper l'électricité en aigrettes dès que le potentiel du pôle isolé dépassait une certaine valeur.

» Les conducteurs influents étaient d'abord des plateaux de mêmes dimensions à peu près que celle des bassins d'évaporation, situés à une distance de quelques centimètres, mais j'ai reconnu que cette disposition

nuit beaucoup à la dispersion des vapeurs. En substituant aux plateaux des grilles formées par des cercles de fils métalliques réunis entre eux, on obtient exactement la même influence électrique, et les mouvements de l'air se font sans obstacles.

» Les bassins d'évaporation étaient disposés en deux séries aussi identiques que possibles, avec les mêmes grilles ; on avait soin d'alterner les expériences, l'un des systèmes de conducteurs communiquant avec le sol et l'autre avec la machine, et l'on déterminait tous les jours la quantité d'eau évaporée dans chaque bassin.

» J'ai reconnu ainsi que l'évaporation est constamment exagérée sous les grilles électrisées, quel que soit le signe de l'électricité, et l'effet est tellement manifeste que l'évaporation était quelquefois doublée dans les bassins soumis à l'influence.

» Ces expériences présentent des difficultés particulières que je n'avais pas entièrement prévues. Si les bassins d'évaporation sont placés dans une enceinte où la température varie d'une manière notable, les moindres inégalités de température ou les différences d'exposition suffisent pour voiler complétement l'influence de l'électricité. Je n'ai pu obtenir de résultats bien concordants qu'en enfermant les bassins dans une grande boîte dont l'air était desséché d'une manière régulière et en opérant, l'hiver, dans une sorte de sous-sol, où la température, pendant près d'un mois, a oscillé entre 4 et 6 degrés.

» Je ne puis rien affirmer encore sur la différence qui se manifeste entre les actions des deux électricités. Il faudrait, pour cela, que les expériences alternatives fussent faites dans des conditions parfaitement identiques, en maintenant les conducteurs à des potentiels exactement égaux et de signes contraires. J'espère que la construction d'une étuve à température constante me permettra d'éclaircir ce point et de résoudre quelques autres questions relatives à l'action de l'électricité statique sur la végétation des plantes et sur les animaux.

» De toute façon, que cette influence de l'électricité, en dehors de la production d'étincelles ou d'aigrettes, soit due à une intervention spécifique de l'électricité ou à une action mécanique secondaire, l'excès d'évaporation qui en résulte n'est sans doute pas limité aux cas où les forces électriques en jeu sont relativement considérables, comme dans mes expériences. Ce doit être un phénomène général dont il y a lieu de tenir compte, si l'on veut apprécier le rôle de l'électricité dans la nature, sur la production des vapeurs par les eaux, par le sol et par les végétaux. »

CHIMIE. — *Observations sur le gallium.* Note de MM. Lecoq de Boisbaudran et E. Jungfleisch.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les échantillons de gallium que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 18 février dernier, offrent certaines particularités sur lesquelles nous appelons aujourd'hui l'attention.

» 1° Les cristaux s'obtiennent en introduisant, dans le métal refroidi à 10 ou 15 degrés au-dessous de son point de fusion, un fil de platine portant une parcelle de gallium solide. Au bout d'un temps très-court (3 à 10 secondes), on recueille des octaèdres, à peine modifiés à leurs sommets par des traces de la base p. Si les cristaux ne sont pas promptement retirés, le métal s'échauffe jusque vers son point de fusion, la solidification se ralentit, et la base p se développe au point de produire de larges tables. L'un de nous a déjà donné la raison du développement variable des faces d'un même cristal; il compte y revenir dans une Communication spéciale.

» 2° Nos cristaux de gallium, bien que brillants, sont difficiles à mesurer, leurs faces étant un peu arrondies; nous espérons néanmoins surmonter cette difficulté, en préparant du gallium par une électrolyse très-lente.

» 3° Le gallium est un métal dur et peu malléable; sous le marteau, il s'étend et prend le poli de l'enclume, mais il devient rapidement cassant et s'égrène. De petits barreaux permettent de constater une solidité remarquable, alors même que le métal est peu éloigné de son point de fusion. On peut courber plusieurs fois des lames minces, suivant d'assez courts rayons, avant de les rompre, mais un choc ou une brusque flexion détermine la rupture dans la direction des clivages cristallins.

» Eu égard à ces propriétés, nous n'avons réussi à obtenir le gallium en lames minces qu'en le coulant entre des glaces chauffées. Après refroidissement et solidification, le métal se détache assez facilement du verre, surtout sous l'eau.

» 4° Malgré sa dureté relativement grande, le gallium laisse sur le papier de fortes traces, d'un gris bleuâtre.

» 5° Le gallium conserve son éclat, dans un laboratoire dont l'air est toujours chargé de vapeurs acides; il reste également brillant dans l'eau bouillie, mais il se ternit lentement dans l'eau aérée.

» 6° Le métal en fusion est d'un blanc voisin de celui de l'étain ou de

l'argent; on avait déjà signalé le changement de teinte qui se produit lors de la solidification, mais l'obtention de grandes lames nous a permis de mieux voir la belle couleur bleu vert de la lumière qui s'est réfléchie plusieurs fois entre deux surfaces polies.

» 7° Le gallium cristallisé, préparé à froid par électrolyse d'une solution potassique, décrépite quand on le projette dans l'eau chaude et laisse échapper des bulles de gaz. Par électrolyse d'une liqueur portée au-dessus de 30 degrés, nous avons souvent obtenu (principalement vers la fin des opérations) un métal pâteux, se gonflant sous l'eau tiède et prenant l'aspect de l'amalgame d'ammonium. Cette matière, malaxée dans l'eau à 40 degrés, se contracte et se résout finalement en gallium fluide ordinaire. D'après quelques essais, nous pensons qu'il se réduit parfois un peu de métal alcalin, formant un alliage avec le gallium.

» 8° Tel qu'il est fourni par l'électrolyse, notre métal contient de faibles traces de zinc, qu'on élimine à peu près complétement par une agitation prolongée avec de l'eau tiède aiguisée d'acide chlorhydrique.

» 9° Dès le début des recherches sur le gallium, on avait été frappé de la solubilité de l'oxyde dans l'ammoniaque. Nous avons vérifié le fait, et constaté que cette solubilité est réellement considérable.

» 10° Dans certaines circonstances, il peut y avoir intérêt à sacrifier une partie du produit, mais à opérer plus rapidement et plus économiquement. Nous avons récemment étudié un procédé répondant à ce besoin; M. L. Thomas s'occupe en ce moment de l'appliquer sur plusieurs tonnes de minerai, à la manufacture de Javel.

» Nous avons maintenant l'honneur de soumettre à l'Académie de nouveaux composés du gallium, savoir: les chlorure, bromure et iodure anhydres.

» A froid, le chlore attaque vivement le gallium, avec un grand dégagement de chaleur; le produit est à peine jaunâtre, et serait probablement incolore à l'état de pureté absolue; il est bien cristallisé, très-fusible (il fond entre 70 et 76 degrés) et facilement volatil; il attire l'humidité de l'air.

» L'action du brome est moins énergique que celle du chlore; cependant elle commence à froid, avec dégagement de chaleur. Le bromure est blanc et cristallisé; il est fusible et volatil, mais moins que le chlorure; il est déliquescent.

» Pour obtenir l'iodure, il faut chauffer légèrement. La combinaison iodée se forme plus lentement que les deux précédentes; elle est cristallisée

et serait sans doute incolore si elle était pure, mais elle retient aisément des traces d'iode et paraît, en outre, se décomposer partiellement quand on la chauffe un peu fortement. L'iodure est fusible et volatil, quoique moins que le bromure; son point d'ébullition est notablement plus élevé que celui de l'iode, dont on le sépare par distillation dans un gaz inerte; il est déliquescent. »

M. **P.-E. Touche** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif au mouvement des liquides.

(Commissaires : MM. Phillips, Resal.)

M. **A. Schmidt** soumet au jugement de l'Académie les résultats de nouvelles expériences sur la coagulation de la fibrine.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Vulpian.)

M. **Delcambre** adresse, pour le concours du prix Trémont, la description et les dessins de ses machines pour la composition typographique.

(Renvoi à la Commission du concours Trémont).

M. **C. Gaspard** adresse une Note relative à l'emploi économique de la vapeur dans les machines.

(Renvoi à l'examen de M. Rolland.)

M. **Demott**, M. **V. Specht** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **L. d'Auria** soumet au jugement de l'Académie un ouvrage imprimé en anglais et portant pour titre : « Nouveaux principes d'Hydraulique ».

(Renvoi à l'examen de M. Phillips.)

M. **H. Gœthe**, M. **H. Renaud**, M. **L. Moreau**, M. **Cl. Bellon** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **A. Destermes** annonce l'apparition du Phylloxera à Figeac.

M. N. **Lloubel** annonce l'apparition du Phylloxera à Prades.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Dumas**, en mettant sous les yeux de l'Académie les cartes dressées par M. *Duclaux*, pour constater la marche successive de l'invasion du Phylloxera dans les régions attaquées du sud-ouest de la France, exprime l'espoir que la Commission du Phylloxera en pourra bientôt décider la publication, comme elle a déjà publié celles qui concernent le sud-est.

CORRESPONDANCE.

M. **Dumas** fait connaître, au nom de M. *F. Boudet*, de l'Académie de Médecine, et au sien, la fondation d'un prix spécial, mis à la disposition de l'Académie par une personne qui désire garder l'anonyme. L'objet de ce prix est déterminé par la Note suivante, expression du vœu du fondateur :

« Les travaux de M. Pasteur ont ouvert à la Médecine des voies nou- » velles. Un prix de *six mille francs* serait décerné, en 1880, par l'Académie » des Sciences, à celui qui aurait fait de ces travaux l'application la plus » utile à l'art de guérir. »

M. Dumas a effectué le dépôt de la somme de six mille francs dans la caisse de l'Académie.

M. le **Président** renvoie l'examen de cette proposition à la Commission administrative.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre par laquelle Mme la comtesse de l'Escalopier et Mme la comtesse de Saint-Pol adressent à la Compagnie l'expression de leur reconnaissance, au sujet de la décision prise par l'Académie, d'entreprendre la publication des Œuvres d'*Augustin Cauchy*, leur père.

M. É. **Mathieu** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Le Verrier*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Ministre de la Guerre** adresse, pour la Bibliothèque de l'Insti-

tut, le tome XXXIII du « Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires ».

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète, à Clinton, New-York,* par M. **Peters**; présentée par M. Yvon Villarceau.

(Dépêche télégraphique de M. Joseph Henry, secrétaire de l'Institution Smithsonienne, reçue le 3 mars à $10^h 15^m$ du matin.)

Planète, par Peters :

Ascension droite....... $10^h 43^m$; Déclinaison......... $+11° 50'$;

Mouvement diurne vers le nord; 10e grandeur.

ASTRONOMIE. — *Théorie de Vesta.* Note de M. **Perrotin.**

« Dans le tome X des *Mémoires de l'Observatoire*, M. Le Verrier s'exprime comme il suit, à propos des théories de Jupiter et de Saturne :

« Les jeunes astronomes trouveront dans cet exposé un guide propre à les diriger dans les travaux analogues qu'ils voudraient entreprendre. Pour que ce but spécial soit plus sérieusement rempli, nous ne profiterons pas de diverses simplifications particulières à la théorie de Jupiter et de Saturne, mais qui auraient l'inconvénient d'ôter aux formules leur généralité. »

« Dans l'esprit de l'illustre astronome, ces paroles s'adressaient surtout à ceux qui voudraient dans l'avenir faire la théorie des petites planètes. Aussi, en entreprenant, il y a un an et demi, d'appliquer à Vesta les méthodes de M. Le Verrier, avons-nous pris pour modèle son travail si remarquable sur Jupiter et Saturne.

» Nous allons indiquer rapidement les résultats obtenus.

» Les variations périodiques sont exprimées en fonction des longitudes moyennes; les variations séculaires à l'aide de la première et de la seconde puissance du temps. Nous avons tenu compte des actions produites par Uranus, Saturne, Jupiter, Mars, la Terre et Vénus, en faisant en sorte de ne pas négliger de terme supérieur à 1 ou 2 centièmes de seconde.

» L'action d'Uranus n'est guère sensible que dans les inégalités séculaires; le terme le plus fort, produit par Saturne, ne dépasse pas 3″ pour la longitude moyenne.

» L'action de Jupiter est prédominante; pour cette planète, le développement de la fonction perturbatrice a dû être poussé jusqu'aux termes

du cinquième ordre des excentricités et de l'inclinaison mutuelle; en tout, cinq cents termes environ pour Jupiter seul. Le coefficient le plus fort dépasse 6′ dans la longitude moyenne; il dépend de trois fois la longitude de Jupiter moins une fois celle de Vesta.

» Mars donne un terme de 10″ à cause de la commensurabilité approchée des moyens mouvements.

» Les termes du premier ordre des inégalités séculaires sont très-importants. En particulier, nous avons trouvé que les perturbations ont pour effet de diminuer le moyen mouvement annuel de Vesta de 39″ environ, ce qui modifie d'une quantité correspondante le demi-grand axe conclu des observations.

» Tous les termes sensibles du second ordre ont été recherchés avec soin. Nous avons déjà tenu compte d'un certain nombre d'entre eux en laissant à l'état d'indéterminées, dans les termes du premier ordre, ceux des éléments qui éprouvent des variations séculaires. De même, en prenant les valeurs séculaires des éléments de Jupiter et Saturne augmentées de la grande inégalité, pour le calcul de ces mêmes termes, nous avons eu égard à la partie principale des termes du second ordre produits par cette inégalité; pour compléter, il nous a suffi ensuite de calculer quelques termes de peu d'importance. M. Le Verrier procède ainsi dans la théorie d'Uranus, pour un cas semblable.

» Les termes du second ordre qui résultent de la variation des éléments de Vesta sont, en général, peu considérables; le plus fort ne dépasse pas 1″, mais les termes de ce genre sont encore nombreux, surtout pour l'excentricité et le périhélie.

» Les termes provenant de la variation des éléments de Jupiter sous l'influence de Saturne sont de beaucoup les plus importants; l'un d'entre eux atteint 52″ dans la longitude moyenne.

» Des termes séculaires du second ordre, ceux qui dépendent de la première puissance du temps, dus à l'action des variations périodiques de Vesta sur les termes périodiques, sont les plus grands. C'est ainsi que le terme correspondant du périhélie peut donner près de 8″ dans certaines circonstances sur la longitude géocentrique en cinquante ans.

» Nous avons, la théorie une fois terminée, pris quatorze observations de Vesta dans les diverses parties de l'orbite et s'étendant depuis 1807 jusqu'en 1874. L'accord très-satisfaisant qui est résulté de la comparaison prouve qu'aucun terme important n'a été omis.

» Peut-être nous sera-t-il permis de faire observer que c'est la première

fois qu'un travail aussi complet a été fait sur une *petite* planète. Il est juste pourtant de faire observer que dès 1807 Burckardt avait appliqué les formules de la *Mécanique céleste* à la théorie de Vesta; mais, en se bornant aux termes qui sont du troisième ordre par rapport aux excentricités et à l'inclinaison, et sans s'occuper des termes qui sont du second ordre par rapport aux masses. Quelques années plus tard, la même théorie fut reprise par Daussy fils, qui n'alla pas plus loin que Burckardt dans le calcul des termes, mais construisit des Tables pour la planète. Son travail est contenu dans la *Connaissance des temps* de 1818 et 1820.

» Nous donnons, en terminant, les termes les plus importants du premier ordre produits sur la longitude moyenne par Jupiter, ainsi que les termes les plus importants du second ordre pour la longitude également [1]. Les valeurs des coefficients sont celles qui ont lieu à l'origine du temps, 1850,0.

» l, l', l'' désignent les longitudes moyennes de Vesta, Jupiter et Saturne; ϖ, ϖ', ϖ'' les longitudes des périhélies. Nous avons posé

$$\lambda = l + \tau' - \tau, \quad \omega = \varpi + \tau' - \tau,$$

τ étant la longitude du nœud ascendant de l'orbite de Vesta sur l'orbite de Jupiter, comptée dans l'orbite de Vesta; τ' la longitude du nœud descendant de l'orbite de Jupiter sur l'orbite de Vesta, comptée dans l'orbite de Jupiter :

PREMIER ORDRE.

Argument.	Coefficients du sinus.	Argument.	Coefficients du sinus.
$l' - \lambda$	$+ 56'',80$	$3l' - \lambda - 2\varpi'$	$+ 32'',65$
$2l' - 2\lambda$	$+ 95,43$	$3l' - \lambda - 2\tau'$	$+ 31,88$
$3l' - 3\lambda$	$+ 29,78$	$4l' - \lambda - \varpi' - 2\omega$	$+ 2,87$
$l' - \omega$	$+ 17,77$	$5l' - 2\lambda - \varpi' - 2\omega$	$+ 3,74$
$2l' - \lambda - \omega$	$-127,10$	$4l' - \lambda - 2\varpi' - \omega$	$- 3,57$
$3l' - 2\lambda - \omega$	$- 25,27$	$5l' - 2\lambda - 2\varpi' - \omega$	$- 3,74$
$l' - \varpi'$	$- 13,43$	$6l' - 2\lambda - \varpi' - 3\omega$	$- 2,90$
$2l' - \lambda - \varpi'$	$+ 20,63$	$6l' - 2\lambda - 2\varpi' - 2\omega$	$+ 4,49$
$3l' - 2\lambda - \varpi'$	$+ 24,63$	$6l' - 2\lambda - 3\varpi' - \omega$	$- 3,07$
$3l' - \lambda - 2\omega$	$+177,90$	$7l' - 2\lambda - 3\varpi' - 2\omega$	$+ 0,61$
$3l' - \lambda - \varpi' - \omega$	$-365,58$	$7l' - 2\lambda - 2\varpi' - 3\omega$	$- 0,55$

(1) Ce travail a été fait à l'Observatoire de Toulouse.

DEUXIÈME ORDRE.

Argument.	Coefficients du sinus.	Argument.	Coefficients du sinus.
$3l'-\lambda-2\omega$	$-0'',90$	$-2l''+4l'-l+\varpi'-2\varpi$	$+2'',17$
$3l'-\lambda-\varpi'-\omega$	$+1,00$	$-2l''+4l'-l+\varpi''-2\varpi$	$-0,85$
$5l''-2l'-\varpi''-2\varpi'$	$-1,28$	$-3l''+11l'-3l-2\varpi-3\varpi'$	$-0,91$
$5l''-2l'-2\varpi''-\varpi'$	$+1,39$	$-3l''+11l'-3l-3\varpi-2\varpi'$	$+0,93$
$5l''-2l'-2\varpi''-\varpi$	$-0,70$	$-4l''+5l'-l+\varpi'-\varpi$	$+1,15$
$5l''-2l'-3\varpi''$	$-0,88$	$-4l''+5l'-l+\varpi''-\varpi$	$-2,36$
$-2l''+4l'-l-\varpi$	$-52,12$	$-6l''+9l'-2l-\varpi$	$+0,56$
$-2l''+4l'-l-\varpi'$	$+8,60$	$-7l''+6l'-l+2\varpi''+\varpi'-\varpi$	$+0,50$
$-2l''+4l'-l-\varpi-\varpi'+\varpi''$	$+1,77$		

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'emploi des solutions particulières d'une équation différentielle du premier ordre et du premier degré dans la recherche de l'intégrale générale.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans ma dernière Communication, j'ai établi deux propositions générales relatives à l'équation différentielle

$$(1)\qquad L(ydz-zdy)+M(zdx-xdz)+N(xdy-ydx)=0.$$

Je vais appliquer ces propositions au cas où les polynômes L, M, N sont du second degré. Dans ce cas, l'équation a sept points singuliers (points pour lesquels la direction de la tangente est indéterminée). Je remarque que six de ces points ne sont jamais sur une conique indécomposable, que quatre ne sont jamais en ligne droite; mais trois d'entre eux peuvent être en ligne droite, et alors l'équation admet comme solution particulière la droite qui les réunit. En rejetant cette droite à l'infini, on obtient l'équation

$$(2)\qquad f(x,y)dx+f_1(x,y)dy=0,$$

où f et f_1 sont les polynômes les plus généraux non homogènes du second degré, et qui a été l'objet d'un assez grand nombre de recherches. Les propositions suivantes ajouteront à ce que l'on sait sur cette équation.

» Nous avons trouvé les équations aux dérivées partielles auxquelles doivent satisfaire soit le multiplicateur, soit les solutions particulières de l'équation proposée. Leur forme permet d'établir facilement que, si le multiplicateur est un produit de facteurs à exposant positif ou négatif, chacun

de ces facteurs, égalé à zéro, donne une solution particulière de l'équation proposée. Réciproquement, nous allons chercher à former le multiplicateur en faisant le produit de plusieurs solutions particulières. Je désignerai par p, q, r, s des polynômes du premier degré, par u, u_1 des polynômes du second degré, et par v, v_1 des polynômes du troisième degré.

» I. Si le multiplicateur est de la forme $p^\alpha (\alpha = -4)$, l'intégrale de l'équation (1) est de la forme

$$v = Cp^3,$$

C étant la constante arbitraire. Ce cas est le seul dans lequel l'équation puisse admettre comme solution une cubique sans point double.

» II. Si le facteur est de la forme $p^m q^{m'}$, l'intégrale générale sera

$$u^\alpha p^\beta q^\gamma = C.$$

» III. Si le facteur est de la forme $p^m q^{m'} r^{m''}$, l'intégrale pourra s'écrire

$$p^\alpha q^\beta r^\gamma s^\delta = C.$$

» IV. Si le multiplicateur est $p^m q^{m'}(ap + bq)^{m''}$, l'intégrale générale sera de la forme

$$\frac{rp^\alpha q^\beta}{(ap+bq)^{\alpha+\beta+1}} - \int \frac{Ap^2 + Bpq + A'q^2}{(ap+bq)^{\alpha+\beta+2}} p^{\alpha-1} q^{\beta-1}(p\,dq - q\,dp) = C.$$

» V. Si le facteur est de la forme $u^m p^{m'}$, la droite p étant tangente à la conique u, on aura, pour l'intégrale générale,

$$q^3 + 3pqr + p^2 s = C(q^2 + 2pr)^{\frac{3}{2}}.$$

Ce cas est assez remarquable parce que, la solution générale étant formée de courbes du sixième ordre, il y a parmi les intégrales particulières une droite, une conique, une cubique et une courbe du quatrième ordre.

» VI. Avec un multiplicateur de la forme $u^m p^{m'} q^{m''}$, les droites p, q étant tangentes à la conique u, l'intégrale sera

$$(Ap^2 + q^2 - 2\alpha pr)(q^2 + 2pr)^\alpha = Cq^{\alpha+2}.$$

Quand deux coniques satisfont à l'équation différentielle, elles doivent être tangentes ou osculatrices (excepté quand l'équation admet comme intégrales générales les coniques passant par quatre points fixes). Voici des

formes de l'intégrale correspondant au cas où il y a deux et trois coniques comme solutions particulières :

VII. $$(p^2 + q^2 + 2pr)^\alpha q^{2-2\alpha} = C(p^2 + q^2 + 2\alpha pr);$$

VIII. $$(q^2 + 2pr + p^2)(q^2 + 2pr + 4r^2) = Cq^4;$$

IX. $$(r^2 + 2pq)^\alpha (r^2 + 2pq + 2pr)^\beta \left(r^2 + 2pq - \frac{2\beta}{\gamma} pr - \frac{2\alpha\beta}{\gamma} p^2\right)^\gamma = C.$$

X. Enfin je signalerai, en terminant, le cas où le multiplicateur est formé avec une conique et trois droites tangentes. Alors, en posant

$$R = p^2 + q^2 + r^2 - 2pq - 2pr - 2qr,$$

l'intégrale générale sera

$$\left(\frac{p-q-r+\sqrt{R}}{p-q-r-\sqrt{R}}\right)^h \left(\frac{q-p-r+\sqrt{R}}{q-p-r-\sqrt{R}}\right)^k \left(\frac{r-p-q+\sqrt{R}}{r-p-q-\sqrt{R}}\right)^l = C.$$

» On peut obtenir beaucoup d'autres résultats du même genre, et j'ajouterai d'ailleurs que, dans l'examen de chaque forme possible du multiplicateur, je me suis attaché surtout aux propositions les plus simples, sans chercher toutes les équations qui correspondent à cette forme déterminée du multiplicateur. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points fondamentaux du faisceau de courbes planes, défini par une équation différentielle du premier ordre algébrique.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« En étudiant, dans ces dernières années, les systèmes de courbes définis par les équations différentielles du premier ordre algébriques, je suis parvenu, notamment pour les équations contenant $\frac{dy}{dx}$ au premier degré, à des résultats qui me semblent présenter un certain intérêt, au point de vue de l'intégration de ces équations. J'attendais, pour publier ces résultats, qu'ils fussent plus complets [1], mais l'intéressante Communication de M. Darboux,

---

[1] L'origine de ces recherches remonte à l'année 1874, et a été marquée par deux Notes relatives à l'intégration, par voie géométrique, de l'équation de Jacobi (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1693 et 1837).

insérée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, donnant une certaine actualité à ce genre de recherches, je crois devoir soumettre à l'Académie en quelques lignes les principales conclusions de mon travail, qui, bien qu'obtenues par une voie différente, ont quelques points communs avec les résultats trouvés par M. Darboux.

» Prenons l'équation différentielle du premier ordre et du premier degré en $\frac{dy}{dx}$, sous la forme

$$(1) \qquad L(x\,dy - y\,dx) - M\,dy + N\,dx = 0,$$

L, M et N désignant des polynômes de degré ν en x et y, dont le premier, sans nuire à la généralité, peut être supposé réduit à ses termes du plus haut degré. Cette équation s'interprète géométriquement d'une manière simple : c'est l'équation différentielle la plus générale des systèmes de courbes planes, telles que, par un point quelconque du plan, il passe une de ces courbes et une seule, et qu'une droite quelconque du plan ait avec elles ν points de contact. On peut, pour abréger le langage, appeler un pareil système un *faisceau ponctuel* ou plus simplement un *faisceau* de courbes, en généralisant une dénomination usitée dans la théorie des courbes algébriques. Le théorème suivant est fondamental :

» Théorème. — *Dans le plan d'un faisceau ponctuel de courbes de caractéristique* ν, *il existe* $\nu^2 + \nu + 1$ *points déterminés, qui sont en général des points asymptotiques communs à toutes les courbes du faisceau. Exceptionnellement, ces points peuvent devenir des points de croisement de toutes les courbes du faisceau : ils comprennent les points singuliers de ces courbes, quand il en existe.*

» J'appellerai ces points *points fondamentaux* du faisceau. Leurs coordonnées sont les systèmes de valeurs de x et y qui rendent indéterminée l'expression de $\frac{dy}{dx}$, c'est-à-dire qui vérifient à la fois les deux équations

$$(2) \qquad Lx - M = 0, \quad Ly - N = 0 \text{ [1]}.$$

» Le nombre des coefficients indépendants de l'équation (1) est, comme on le voit aisément, égal à $\nu^2 + 4\nu + 2$: tel est le nombre des conditions distinctes, nécessaires et suffisantes, pour déterminer un faisceau de courbes de caractéristique ν. D'autre part, de ce que les $\nu^2 + \nu + 1$ points fonda-

---

[1] Dans le cas particulier de l'équation de Jacobi, nous avons déjà déterminé les trois points fondamentaux, et établi que ces points sont des points asymptotiques (*loc. cit.*)

mentaux sont à l'intersection des courbes (2), il résulte qu'en général ces $\nu^2 + \nu + 1$ points ne peuvent pas tous être pris arbitrairement. A cet égard, il y a lieu de distinguer les trois cas suivants :

» 1° $\nu = 1$. — Il existe trois points fondamentaux indépendants qui ne suffisent pas pour déterminer complétement le faisceau : on achève de le déterminer, en donnant la valeur d'un certain rapport anharmonique [1].

» 2° $\nu = 2$. — Il existe sept points fondamentaux indépendants, qui déterminent complétement le faisceau.

» 3° $\nu \geq 3$. — Le faisceau est complétement déterminé, lorsqu'on connaît $\frac{(\nu+1)(\nu+4)}{2} - 1$ points fondamentaux, liés entre eux par ν conditions, dans le détail desquelles il est inutile d'entrer en ce moment.

» On voit, d'après cette discussion, qu'*en exceptant le cas où $\nu = 1$, les points fondamentaux suffisent toujours, et même surabondamment si $\nu \geq 2$, pour déterminer complétement le faisceau des courbes intégrales. Il est aisé de concevoir, d'après cela, comment les conditions d'intégrabilité des équations différentielles de la forme* (1) *pourront se définir complétement par les relations de position des points fondamentaux, envisagées au point de vue projectif.*

» *Application au cas où $\nu = 2$.* — L'équation différentielle (1), dans le cas où $\nu = 2$, n'a pas été intégrée jusqu'ici d'une manière générale. On peut l'intégrer complétement dans deux cas assez étendus, qui exigent seulement chacun quatre relations entre les quatorze paramètres de l'équation générale. L'intégrale a alors l'une des deux formes suivantes :

$$(3) \qquad u_1^\alpha v_1^\beta w_1^\gamma t_1^\delta = C, \quad u_2^\alpha v_1^\beta w_1^\gamma = C,$$

dans lesquelles u_1, v_1, w_1, t_1 désignent des fonctions linéaires, u_2 un polynôme du deuxième degré en x et y, et α, β, γ, δ étant des nombres satisfaisant, dans les deux cas, respectivement aux conditions

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 0, \quad \alpha + \beta + \gamma = 0.$$

M. Darboux a obtenu ces mêmes résultats par une méthode différente de la nôtre, et a indiqué en outre un troisième cas d'intégrabilité.

» Voici maintenant quelle doit être la disposition relative des sept points fondamentaux du faisceau $\nu = 2$, pour que l'équation (2) puisse s'intégrer sous l'une des deux formes (3).

» *Premier cas.* — Six des sept points fondamentaux doivent être les six

---

[1] *Voir* les deux Notes déjà rappelées.

points d'intersections mutuelles de quatre droites, qui sont précisément les droites $u_1 = 0$, $v_1 = 0$, $w_1 = 0$, $t_1 = 0$. Le septième point peut être quelconque.

» *Deuxième cas.* — Cinq des sept points fondamentaux doivent être aux intersections mutuelles d'une conique et de deux droites, qui ne sont autres que $u_2 = 0$, $v_1 = 0$, $w_1 = 0$. Les deux autres points doivent se trouver sur la polaire du point de concours des deux droites par rapport à la conique, et satisfaire de plus à une certaine relation métrique.

» On peut remarquer, relativement au second cas d'intégrabilité, que si le septième point, au lieu d'être quelconque, coïncide avec le septième sommet du quadrilatère complet formé par les quatre droites $u_1 = 0$, $v_1 = 0$, $w_1 = 0$, $t_1 = 0$, le faisceau se réduit à un faisceau de coniques, et l'intégrale prend la forme

$$u_1 v_1 = C w_1 t_1.$$

» *Généralisation.* — En supposant ν quelconque, l'intégrale générale de l'équation différentielle (1) peut affecter, moyennant certaines conditions entre les coefficients, l'une des formes comprises dans l'expression suivante :

$$u_a^\alpha v_b^\beta w_c^\gamma \ldots t_l^\lambda = C,$$

dans laquelle on a

$$\alpha + \beta + \gamma + \ldots + \lambda = 0 \quad \text{et} \quad a + b + c + \ldots + l = \nu + 2.$$

» Le nombre des formes distinctes, déduites de l'expression précédente, et pouvant convenir à l'intégrale générale de l'équation (1), est égal au nombre des solutions, en entiers positifs, de l'équation

$$x + y + z + \ldots + s = \nu + 2.$$

» Des considérations analogues à celles que je viens d'exposer brièvement peuvent s'appliquer à l'étude des équations aux dérivées partielles du premier ordre algébrique. J'espère en faire l'objet d'une prochaine Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule sommatoire de Maclaurin.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Hermite.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 18 février, se trouve une Note de M. Genocchi relative à la formule sommatoire de Maclaurin. Il y a plusieurs mois, j'ai communiqué à M. Hermite une démonstration qui, dans le fond, rattache cette formule à la formule d'intégration par partie,

de laquelle notre éminent géomètre a déduit beaucoup de résultats importants.

» Cette circonstance et aussi le caractère élémentaire des remarques développées peuvent présenter encore quelque intérêt; mais il faut noter que M. Malmsten, au t. 35 du *Journal de Crelle*, a, le premier, traité complétement cette question; j'ai cherché à réduire les éléments de son analyse.

» Partant de la formule

$$f(x+h)=f(x)+hf'(x)+\frac{h^2}{1.2}f''(x)+\ldots$$
$$+\frac{h^{2n}f^{2n}(x)}{(2n)}+\frac{1}{(2n)}\int_0^h z^{2n}f^{2n+1}(x+h-z)\,dz,$$

où $(2n)$ signifie le produit $1.2.3\ldots 2n$, on a successivement, en faisant de plus $f(x)=u_x$ pour la commodité de l'écriture,

$$\Delta u_x = hu'_x+\frac{h^2}{1.2}u''_x+\ldots$$
$$+\frac{h^{2n}}{(2n)}u_x^{(2n)}+\frac{1}{(2n)}\int_0^h z^{2n}f^{2n+1}(x+h-z)\,dz,$$
$$\Delta u'_x = hu''_x+\frac{h^2}{1.2}u'''_x+\ldots$$
$$+\frac{h^{2n-1}}{(2n-1)}u_x^{(2n)}+\frac{1}{(2n-1)}\int_0^h z^{2n-1}f^{2n+1}(x+h-z)\,dz,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\Delta u_x^{(2n-1)} = \frac{h}{1}u_x^{(2n)}+\frac{1}{1}\int_0^h z f^{2n+1}(x+h-z)\,dz.$$

» En éliminant les dérivées autres que u'_x, on a une équation de la forme

$$hu'_x-\Delta u_x-\mathrm{H}_1 h\Delta u'_x-\mathrm{H}_2 h^2\Delta u''_x-\ldots-\mathrm{H}_{2n-1}h^{2n-1}\Delta u_x^{(2n-1)}=\mathrm{F}(x,h),$$

dans laquelle H_1, H_2, ... et $\mathrm{F}(x,h)$ sont déterminés par les équations suivantes :

$$0=\mathrm{H}_1+\frac{1}{1.2},$$
$$0=\mathrm{H}_2+\frac{\mathrm{H}_1}{(2)}+\frac{1}{(3)},$$
$$0=\mathrm{H}_3+\frac{\mathrm{H}_2}{(2)}+\frac{\mathrm{H}_1}{(3)}+\frac{1}{(4)},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$0=\mathrm{H}_{2n-1}+\frac{\mathrm{H}_{2n-2}}{(2)}+\ldots,$$
$$\mathrm{F}(x,h)=-\int_0^h f^{2n+1}(x+h-z)\left[\frac{z^{2n}}{(2n)}+\frac{\mathrm{H}_1 hz^{2n-1}}{(2n-1)}+\ldots+\frac{\mathrm{H}_{2n-1}h^{2n-1}z}{1}\right]dz.$$

» Je remarque que les équations précédentes expriment que les termes en z, z^2, ..., z^{2n-1} disparaissent dans le produit du polynôme entier

$$1 + H_1 z + H_2 z^2 + \ldots + H_{2n-1} z^{2n-1}$$

et de la série

$$\frac{e^z - 1}{z} = 1 + \frac{z}{(2)} + \frac{z^2}{(3)} + \ldots;$$

il en résulte que le polynôme entier est donné par l'ensemble des termes du développement de $\frac{z}{e^z - 1}$, dont le degré est inférieur à $2n$. Comme on a

$$\frac{z}{e^z - 1} = 1 - \frac{1}{2} z + \frac{B_1}{(2)} z^2 - \frac{B_2}{(4)} z^4 + \ldots + (-1)^n \frac{B_n}{(2)} z^{2n} - \ldots,$$

les H d'indice impair sont nuls à l'exception de $H_1 = -\frac{1}{2}$, et l'on a de plus

$$H_{2r} = -(-1)^r \frac{Br}{(2r)}.$$

Je considère maintenant le polynôme entier qui figure dans l'expression de $F(x, h)$.

» Il résulte des équations de condition que, pour les deux valeurs de zéro et h de z, le polynôme se réduit à zéro, la première dérivée se réduit aussi à zéro, la deuxième à $H_{2n-2} h^{2n-2}$, la troisième à zéro, etc. Comme conséquence, les dérivées d'ordre impair sont nulles pour $z = \frac{h}{2}$, c'est-à-dire qu'on a les conditions

$$0 = \frac{1}{2} + H_1 = \frac{1}{(3)} \frac{1}{2^3} + \frac{H_1}{(2)} \frac{1}{2^2} + \frac{H_2}{1} \frac{1}{2} + H_3 = \frac{1}{5} \frac{1}{2^5} + \frac{H_1}{(4)} \frac{1}{2^4} + \ldots;$$

on observe, de plus, qu'un terme de la suite (sauf un facteur)

$$\frac{z}{1} + H_1 h, \quad \frac{z^3}{(3)} + \frac{H_1}{(2)} h z^2 + \frac{H_2}{1} h^2 z + H_3 h^3, \quad \frac{z^5}{(5)} + \frac{H_1}{(4)} h z^4 + \ldots$$

se déduit du précédent par la double opération $\int_{\frac{1}{2}h}^{z} dz \int_{\infty}^{h} dh$, après qu'on a multiplié le premier par h^{-4}, le second par h^{-6}, ...

» La dérivée du polynôme entier qui figure dans $F(x, h)$ conserve donc un signe constant dans l'intervalle compris entre zéro et $\frac{h}{2}$, et, comme le polynôme est nul pour $z = 0$, il en résulte qu'il garde le même signe dans tout cet intervalle, et par suite entre zéro et h.

» On a donc, d'après un théorème connu, $F(x, h)$ égale au produit

d'une valeur intermédiaire de $f^{(2n+1)}(x)$ par l'intégrale définie

$$\int_0^h \left[\frac{z^{2n}}{(2n)} + \frac{H_1 h z^{2n-1}}{(2n-1)} + \ldots + \frac{H_{2n-1} h^{2n-1} z}{1}\right] dz,$$

qui, en vertu des relations

$$0 = H_{2n} + \frac{H_{2n-1}}{(2)} + \ldots + \frac{H_1}{(2n)} + \frac{1}{(2n+1)},$$

$$H_{2n} = -(-1)^n \frac{B_n}{(2n)},$$

donne pour l'expression du reste

$$F(x, h) = \pm \frac{B_n}{(2n)} h^{2n+1} f^{(2n+1)}(x + \theta h).$$

» Considérons maintenant la formule d'intégration par partie

$$\int UV^{(m)} dz = UV^{(m-1)} - U'V^{(m-2)} + \ldots \pm \int VU^{(m)} dz,$$

et prenons pour V le polynôme entier qui figure dans l'expression de $F(x, h)$ sous le signe $\int$; faisons de plus

$$U = f'(x + h - z), \quad m = 2n,$$

en prenant pour limites des intégrales zéro et h. D'après la nature du polynôme V, on va trouver la formule de Maclaurin.

» Quand on songe à rattacher le résultat de Maclaurin à la formule d'intégration par partie, il est facile de deviner la composition du polynôme V. Encore est-il nécessaire, pour compléter la démonstration et faire l'examen du reste, de connaître quelques propriétés des nombres de Bernoulli et du polynôme V. Les remarques précédentes avaient cet objet. »

PHYSIQUE. — *Sur les forces élastiques des vapeurs émises par un mélange de deux liquides.* Note de M. E. **Duclaux**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur les forces élastiques des vapeurs émises par un mélange de deux liquides, solubles ou non l'un dans l'autre. J'en résume brièvement les principaux résultats :

» 1° Les solutions aqueuses des alcools monoatomiques obéissent, dans leur distillation, à la loi $\frac{\alpha}{\varepsilon} = m \frac{a}{a+e}$, où a et e sont les volumes d'alcool et d'eau dans le liquide qu'on chauffe, α et ε les mêmes volumes dans les produits de la distillation.

» 2° Le coefficient m va en croissant avec le poids moléculaire de l'alcool,

qui, par suite, passe d'autant plus facilement à la distillation qu'il a un point d'ébullition plus élevé, lorsqu'il est seul.

» 3° Cette loi se vérifie pour les divers alcools étudiés, jusqu'au moment où l'on voit apparaître dans les produits de la distillation un alcool à composition constante, ou à peu près constante, dont la formation est régie par une loi différente, que nous retrouverons plus bas.

» 4° Les solutions aqueuses d'acide formique et d'acide acétique obéissent, dans leur distillation, à la loi $\frac{\alpha}{\varepsilon} = m\frac{a}{c}$, où α et a représentent pour l'acide ce qu'elles représentaient tout à l'heure pour l'alcool.

» 5° Le coefficient m va encore en croissant de l'acide formique à l'acide acétique, et augmente aussi au fur et à mesure qu'on s'élève dans la série des acides gras.

» 6° La loi qui précède est soumise, pour des solutions étendues, à des perturbations résultant des condensations anormales, qui se produisent si facilement dans la vapeur des acides volatils; pour les solutions concentrées, la loi vient se heurter à la formation de prétendus hydrates, analogues à ceux que donnent les alcools.

» 7° Des deux lois posées ci-dessus, qui donnent le rapport des volumes des liquides condensés, on peut déduire le rapport $\frac{A}{E}$ des volumes des deux vapeurs dans le mélange qui s'échappe du liquide en ébullition, et l'on trouve que ces rapports $\frac{A}{E}$ obéissent à deux lois analogues aux précédentes :

$$\frac{A}{E} = p\frac{a}{a+e} \text{ pour les alcools,}$$

$$\frac{A}{E} = p\frac{a}{e} \text{ pour les acides volatils.}$$

» 8° La valeur du coefficient p est la même pour les alcools méthylique, éthylique et propylique; la même encore pour les alcools butylique, amylique et caprylique; la même encore pour les acides formique et acétique.

» 9° Le seul effet du remplacement volume à volume, dans une solution d'un corps de ces groupes, par un autre corps du même groupe, est donc le remplacement, dans la vapeur, volume à volume aussi, de l'un par l'autre. En d'autres termes, dans chacun de ces groupes, la composition volumétrique du mélange de vapeurs qui s'échappe d'un liquide de composition donnée est indépendante de la nature du corps qui entre dans ce mélange.

» 10° La différence des valeurs de p, dans les deux groupes qui comprennent les alcools, paraît devoir être rattachée à ce fait que les alcools de la première série sont solubles dans l'eau en toutes proportions, et ceux de la dernière peu ou point solubles.

» 11° Du rapport $\frac{A}{E}$, on peut conclure, à son tour, le rapport $\frac{f}{f'}$ des tensions des vapeurs dans le mélange, et, comme on connaît leur somme, on peut les calculer individuellement.

» 12° On constate ainsi que la vapeur d'alcool n'est jamais saturée, que sa tension augmente avec la proportion d'alcool dans le mélange chauffé, qu'elle est constante pour des liquides de même composition, formés avec des alcools appartenant au même groupe.

» 13° On constate aussi que la vapeur d'eau est toujours presque exactement saturée, et cette condition est d'autant mieux remplie qu'on a affaire à un alcool moins soluble dans l'eau.

» 14° De là résulte la possibilité de calculer, à l'avance, la température d'ébullition d'un liquide de composition connue. Il suffit de chercher, par l'une des formules données plus haut, la tension de la vapeur d'eau dans le mélange qui s'en échappe à l'ébullition, et de prendre, dans les Tables de M. Regnault, la température à laquelle cette tension est la tension maxima.

» 15° La température d'ébullition d'un mélange d'alcool et d'eau doit donc toujours être inférieure à la température d'ébullition de l'eau.

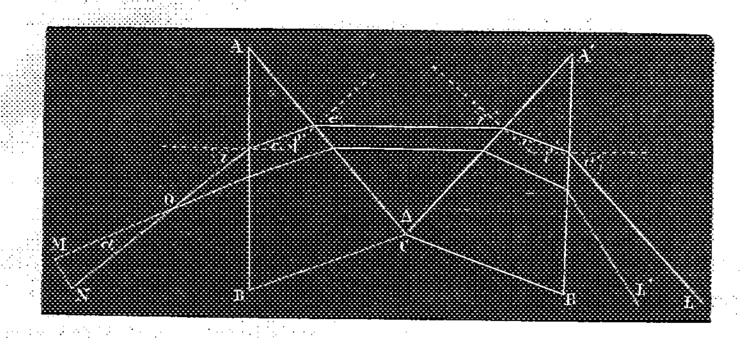
» 16° La tendance que possède la vapeur d'alcool, en vertu de la loi posée plus haut, à prédominer dans les produits de la distillation, rencontre un obstacle dans cette tendance de la vapeur d'eau à rester saturée. Entre ces deux conditions, exclusives l'une de l'autre, s'établit, à un certain moment, un état d'équilibre dans lequel l'influence de la seconde l'emporte de beaucoup. De là résulte la production d'une sorte d'hydrate, de composition assez constante, bouillant à une température assez fixe, mais qui, naissant de l'antagonisme de deux propriétés physiques, n'a, à aucun degré, le caractère d'un composé chimique.

» 17° De la loi relative aux acides formique et acétique, on peut conclure aussi qu'ils passent dans la vapeur en quantités équivalentes. Mais aucune des vapeurs qui s'échappent du mélange n'est saturée, et les incertitudes qui règnent encore sur la loi des tensions des vapeurs dans ces corps, et sur leurs variations de densité, empêchent de pousser plus avant, pour le moment, l'étude des phénomènes. »

PHYSIQUE. — *Théorie du nouveau spectroscope à vision directe.* Note de M. Thollon, présentée par M. Desains. (Extrait.)

« La construction du spectroscope dont j'ai donné la description (¹) se rattache à la théorie suivante :

» J'appelle *couple* un système de deux prismes ABC, A'B'C, de même substance, dont les angles réfringents A, A' sont égaux, dont les arêtes sont parallèles, et qui sont orientés de manière à dévier dans le même sens



les rayons lumineux. L'angle Δ que font entre elles les faces AC, A'C est l'*angle du couple*. Je désigne par i et e les angles d'incidence et d'émergence; par r et ρ les angles de réfraction qu'il fait avec le premier prisme; et par i', e', r', ρ' les angles analogues qu'il fait avec le deuxième prisme. Le couple jouit des propriétés suivantes :

» 1° La valeur de l'angle du couple Δ a pour expression

(1) $$\Delta = e + i'.$$

» 2° Le rayon éprouve, à travers le couple, une déviation D, qui est

(2) $$D = i + e' + \Delta - 2A.$$

» 3° Quand un rayon lumineux traverse le premier prisme en faisant des angles d'incidence et d'émergence i, e, on peut toujours donner à Δ une valeur telle que le même rayon, en traversant le deuxième prisme, fasse $i' = e$, et, par suite, $e' = i$. Si donc le rayon qui rencontre le premier prisme sous une incidence déterminée i contient toutes les radiations pos-

(¹) *Comptes rendus*, p. 329 de ce volume.

sibles, et si l'on fait varier convenablement la valeur de Δ, toutes les radiations, en traversant le couple, feront successivement $e = i'$ et $e' = i$.

» 4° Si l'on attribue à Δ une valeur fixe et déterminée, et qu'on fasse varier la position du couple sur le trajet d'un rayon d'une certaine réfrangibilité, il y a toujours deux incidences qui produisent la même déviation, excepté quand la première incidence et la dernière émergence sont égales.

» Ces deux dernières propriétés sont des conséquences immédiates du principe du retour inverse.

» 5° Δ ayant une valeur déterminée, si le rayon traverse le couple en faisant $i = e$, il est au minimum de déviation *relatif au couple*. Ce minimum ne doit pas être confondu avec celui qui correspond à $i = e = i' = e'$, que j'appellerai *minimum absolu* et qui est évidemment le *minimum minimorum*.

» Cette dernière proposition se démontre en différentiant l'équation (2). On constate alors que, pour $i = e'$, la première différentielle devient nulle et la seconde est toujours positive. Donc il y a un minimum de déviation relatif au couple, quand $i = e'$.

» 6° Lorsqu'on regarde à travers un couple la fente d'un collimateur, éclairée par une lumière monochromatique, la largeur de cette fente est vue sous le même angle qu'en la regardant directement à travers le collimateur, si le faisceau lumineux traverse le couple en faisant $i = e'$.

» En effet, soient MN la distance des deux bords de la fente O, le centre optique de l'objectif du collimateur et α l'angle très-petit que font les rayons MO, NO. Si i, e, i', e' désignent les angles d'incidence et d'émergence que fait le rayon NO en traversant le couple, ceux que fera le rayon MO seront $i - \alpha$, $e + \alpha'$, $i' - \alpha'$, $e' + \alpha''$. Pour trouver les valeurs de α' et α'', nous écrirons

$$\begin{aligned} \sin(i - \alpha) &= n \sin(r - \beta), \\ \sin(e + \alpha') &= n \sin(\rho + \beta). \end{aligned}$$

» En développant, on trouve

$$\begin{aligned} \alpha \cos i &= n\beta \cos r, \\ \alpha' \cos e &= n\beta \cos \rho. \end{aligned}$$

» L'élimination de $n\beta$ donne

(3) $$\alpha' = \alpha \frac{\cos i \cos \rho}{\cos e \cos r}.$$

» Il est évident qu'en opérant de même sur le second prisme on trouvera pour α''

$$\alpha'' = \alpha' \frac{\cos i' \cos \rho'}{\cos e' \cos r'},$$

et, en remplaçant α' par la valeur (3),

(4) $$\alpha'' = \alpha \frac{\cos i \cos \rho \cos i' \cos \rho'}{\cos e \cos r \cos e' \cos r'}.$$

» Quand $i = e'$, on a aussi $e = i'$, $r = \rho'$ et $\rho = r'$; l'équation (4) donne alors

$$\alpha'' = \alpha.$$

» On voit, par ce qui précède, que le couple peut être assimilé à un prisme dont l'angle réfringent serait variable. Nous allons voir que, indépendamment de ces propriétés communes, le couple en possède, dans certains cas, de toutes spéciales.

» La relation qui lie la valeur de e à celle de i, dans le premier prisme, est

$$\sin e = \sin A \sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos A \sin i.$$

» Si, considérant i comme une constante, on différentie cette expression par rapport à n, il viendra

(5) $$\frac{de}{dn} = \frac{\sin A}{\cos e \cos r}.$$

Ce quotient différentiel est l'expression générale de la dispersion élémentaire relative à un seul prisme. Dans le cas du minimum de déviation, cette expression prend la forme

(6) $$\frac{de}{dn} = \frac{2 \sin \frac{A}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \frac{A}{2}}}.$$

» Quand il s'agit du couple, les expressions (5) et (6) deviennent

(7) $$\frac{de'}{dn} = \frac{\sin A (\cos e \cos r + \cos i' \cos \rho')}{\cos e \cos r \cos e' \cos r'},$$

(8) $$\frac{de'}{dn} = \frac{2 \sin A}{\cos e' \cos r'}.$$

Cette dernière équation prend des valeurs qu'il est intéressant de comparer dans trois cas particuliers.

» 1° Quand $\Delta = 0$, l'équation (8) devient

$$\frac{de'}{dn} = \frac{2 \sin A}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 A}}.$$

» 2° Quand on fait $i = e = i' = e'$, on a

$$\frac{de'}{dn} = \frac{4 \sin \frac{A}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \frac{A}{2}}}.$$

» 3° Quand enfin on prend $i = e' = 0$, c'est-à-dire quand la première incidence et la dernière émergence sont normales, il vient

$$\frac{de'}{dn} = 2 \operatorname{tang} A.$$

» Cette dernière expression est remarquable. Elle montre que si, dans ce cas, la dispersion élémentaire est un peu moindre que dans les autres, elle est constante dans toute l'étendue du spectre, qui conserve alors une parfaite proportionnalité, soit sous le rapport de son développement, soit sous le rapport de l'intensité. Comme la première incidence est normale, il suffit que la face d'entrée soit égale à la section du faisceau lumineux pour que tout le faisceau, quelle que soit sa réfrangibilité, arrive dans la lunette, sauf ce qui est perdu par réflexion et par absorption. »

CHIMIE. — *Sur la combustion des gaz.* Note de M. **P. Schützenberger.**

« Lorsqu'on cherche à faire détoner, dans un eudiomètre un peu long (50 à 80 centimètres), au moyen d'une seule étincelle, un mélange d'hydrogène et d'oxygène contenant environ $\frac{9}{10}$ de son volume d'oxygène, on constate que la combustion se propage, ou ne se propage pas, dans des conditions qui semblent presque identiques, ou tout au moins très-rapprochées. J'ai cherché à préciser les conditions présidant à la possibilité d'inflammation. A cet effet, j'ai fait varier la longueur et le diamètre des tubes eudiométriques, l'écartement des fils de platine, la force de l'étincelle et sa position par rapport à l'axe du tube, ainsi que les proportions d'oxygène dans le mélange; j'ai opéré à pressions constantes, avec des colonnes de gaz de longueurs variables, ou à pressions variables avec des longueurs constantes, ou bien encore avec des longueurs et des pressions variant simultanément. Mes expériences ont été faites à des températures comprises entre $+8°$ et $+16°$. Toutes les conditions précédentes influent sur le phénomène, mais à des degrés *très-distincts*. Celles que nous pouvons appeler de premier ordre sont: la pression du gaz, la longueur de la colonne de gaz soumise à l'expérience, la composition du mélange et le diamètre du tube.

» I. Pour des tubes de mêmes diamètres et pour un même mélange ($\frac{9}{10}$ d'oxygène, $\frac{1}{10}$ d'hydrogène par exemple), toutes choses égales d'ailleurs, à chaque pression correspond une longueur maximum de colonne gazeuse, au delà de laquelle la combustion ne se propage plus qu'à une faible distance du point d'éclatement de l'étincelle, tandis qu'elle peut se transmettre pour des longueurs moindres. Cette longueur maximum croît avec la pression jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle elle diminue à mesure que la pression augmente. Il en résulte que, si l'on prend les pressions pour abscisses, la courbe qui réunit les extrémités des ordonnées représentant les longueurs limites est une courbe à point de rebroussement, qui s'éloigne d'abord de l'axe des x pour s'en rapprocher à partir d'un certain point. Cette courbe étant tracée, on peut, dans un cas donné, prévoir si la combustion se propagera ou non, en comparant la longueur effective de la colonne gazeuse à l'ordonnée de la courbe des limites correspondant à la pression de l'expérience.

» Avec un eudiomètre ouvert, de 76 centimètres de long, dans lequel on introduit des quantités croissantes de gaz qui se détend librement, on trouve sur l'eudiomètre deux *points singuliers*. La combustion se propage si l'extrémité de la colonne de mercure est située dans leur intervalle, tandis qu'au-dessus du plus élevé et au-dessous du plus bas elle ne se communique plus. Ces points singuliers représentent les intersections de la droite déterminée par les longueurs effectives croissant avec la pression (détente libre) et la courbe des limites. En diminuant ou en augmentant la longueur du tube à combustion, on déplace cette droite dans un sens ou dans un autre, parallèlement à elle-même, et, par conséquent, on change la position de ses points d'intersection avec la courbe, on les éloigne l'un de l'autre ou on les rapproche; on peut même les faire disparaître, avec des eudiomètres assez longs pour que la droite des longueurs effectives soit toujours au-dessus de la courbe. Ces diverses conséquences ont été vérifiées.

» II. Le diamètre des tubes influe sur la forme de la courbe, ou plutôt sur sa position par rapport à l'origine. Cette influence se fait sentir par sauts brusques, et non d'une manière continue. Pour des tubes de diamètre variant de $0^{cm},3$ à $1^{cm},1$, la courbe reste la même : en allant au diamètre 1,3, elle est brusquement déplacée vers l'origine.

» III. La composition du mélange agit sur la forme de la courbe, mais également par sauts brusques. Le point de rebroussement n'est plus aussi net quand on dépasse 100 d'hydrogène pour 800 d'oxygène.

» IV. Pour des longueurs effectives de colonnes gazeuses voisines de la limite, la propagation s'arrête souvent nettement à la moitié ou au quart du trajet; ou bien elle se fait en deux ou trois temps successifs, séparés par des intervalles de repos faciles à saisir, grâce aux mouvements de la colonne mercurielle, lorsqu'on opère dans un eudiomètre dont l'extrémité, plongée dans le mercure, n'est qu'incomplétement fermée.

» Je me contenterai de ces indications, sans insister, quant à présent, sur l'influence perturbatrice exercée par les conditions secondaires. »

CHIMIE. — *Sur deux variétés allotropiques d'oxyde de fer magnétique.* Note de M. H. Moissan.

« Le sesquioxyde de fer, chauffé dans une atmosphère d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, à 350 degrés ou à 440 degrés, se transforme en quelques heures en oxyde magnétique. Ce produit est identique à celui qui se forme dans la calcination à 300 degrés, dans un gaz inerte, de l'hydrate d'oxyde magnétique ou bien encore dans la décomposition du carbonate de fer, ou dans la calcination du protoxyde pyrophorique de fer à la température du rouge sombre. Mais il est bien différent de l'oxyde magnétique obtenu à haute température, soit en décomposant l'eau par le fer au rouge, soit en brûlant le fer dans l'oxygène, où même en décomposant le sesquioxyde au rouge vif.

» L'oxyde magnétique Fe^3O^4 est toujours noir et fortement attirable à l'aimant, mais celui que l'on a préparé à basse température, par les méthodes indiquées ci-dessus, a une densité de 4,86; il est attaquable par l'acide azotique concentré et, c'est là surtout son caractère distinctif, il est combustible et se transforme par le grillage en sesquioxyde de fer.

» L'oxyde magnétique obtenu à des températures élevées ne se suroxyde pas quand on le calcine à l'air, il n'est pas attaquable par l'acide azotique concentré : sa densité varie de 5 à 5,09. C'est cette variété qui se rencontre dans les poussières abandonnées par les météorites dans l'atmosphère.

» Dans un Mémoire présenté à l'Académie le 4 juin dernier, je crois avoir démontré l'existence de deux variétés allotropiques de protoxyde de fer : l'une pyrophorique, pouvant s'obtenir de 350 à 450 degrés, l'autre découverte par M. Debray ([1]), non pyrophorique, ne pouvant être fournie

([1]) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 1018.

qu'à une température de 1000 ou 1200 degrés. La première variété se transforme par la combustion en sesquioxyde de fer. La seconde ne donne que de l'oxyde magnétique. Et ce corps provenant d'un protoxyde de fer obtenu à 1200 degrés possède tous les caractères de la variété d'oxyde magnétique obtenue à haute température.

» Prenons maintenant le protoxyde de fer pyrophorique, qui, au contact de l'air, se transforme en sesquioxyde. Ne le brûlons pas complétement, et pour cela chauffons-le, au rouge sombre, dans un courant d'acide carbonique. Ce dernier corps agit comme comburant, il se forme de l'oxyde magnétique, et il se dégage de l'oxyde de carbone. Et, dans ce cas, comme nous sommes partis de la variété de protoxyde obtenue à basse température (350 degrés), nous obtiendrons l'oxyde magnétique correspondant.

» Ainsi nous voyons cette curieuse propriété du sesquioxyde de fer, de donner des variétés allotropiques, s'étendre non-seulement au protoxyde, mais encore à l'oxyde magnétique. Et, chose logique à concevoir, les deux variétés de protoxyde de fer fourniront par leur combustion les variétés correspondantes d'oxyde magnétique. Les qualités spéciales acquises par le premier corps, grâce à une élévation de température, se retrouveront encore dans le produit secondaire qu'il formera après une nouvelle oxydation.

» Si maintenant nous plaçons de l'oxyde de fer magnétique obtenu à 350 degrés dans un courant de gaz azote et que nous élevions la température jusqu'au rouge blanc, la substance s'agglomère, change de densité, n'est plus transformable en sesquioxyde, en un mot, prend toutes les propriétés de l'oxyde magnétique obtenu à 1200 degrés.

» Le résultat est le même si, au lieu d'employer l'azote, on se sert d'acide carbonique, puisque, ainsi que l'a démontré M. Gruner [1], il ne peut se former que de l'oxyde magnétique dans une atmosphère d'acide carbonique portée à haute température.

» Pour bien caractériser ces variétés allotropiques, je continue ces recherches par la détermination de leurs chaleurs spécifiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du fluorure de bore sur l'anéthol; étude du fluorhydrate de fluorure de bore.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot (Extrait).

« I. *Anéthol.* — A la température ordinaire, l'anéthol est polymérisé in-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 8; 1872.

stantanément par l'action du fluorure de bore et il se transforme en une résine jaunâtre, dure et cassante.

» L'action de ce gaz est tout à fait différente, lorsqu'on le fait réagir sur l'anéthol porté à son point d'ébullition.

» J'ai traité 250 grammes d'anéthol chimiquement pur, dans les conditions indiquées en mon Mémoire, par un courant prolongé de fluorure de bore.

» A la suite de traitements réitérés par le même agent, par l'eau pure, la potasse, etc., et de distillations fractionnées, j'ai isolé les composés suivants :

» *a.* C^7H^8O. — Ce composé bout exactement de 153 à 156 degrés; il présente tous les caractères de l'*anisol*. Voici les résultats obtenus par la combustion et par la détermination de la densité de vapeur.

	I.	II.	III.	Calculé.
C......	77,45	77,77	77,65	77,77
H......	7,45	7,7	7,58	7,41

	Trouvée.	Calculée.
Densité de vapeur...............	3,86	3,73

» *b.* $C^{11}H^{16}O$. — Ce n'est que par des fractionnements nombreux, par des combustions répétées et par des déterminations multiples de densités de vapeur, que je suis arrivé à fixer d'une manière satisfaisante le point d'ébullition de ce produit et à déterminer sa formule véritable.

» Voici les résultats de l'analyse et de la mesure de la densité de vapeur (D) des produits diversement volatils :

		I.	II.	Densité I.	Densité II.
ε = 195 à 205°	C.....	78,91	79,23	5,06	5,13
	H.....	9,16	9,11		
ε = 210 à 220°	C.....	79,90	79,56	5,47	5,32
	H.....	9,55	9,43		
ε = 225 à 228°	C.....	80,27	80,31	6,05	5,91
	H.....	9,8	9,77		
Calculé pour $C^{11}H^{16}O$	C.....	80,5		D = 5,66	
	H.....	9,76			

» On voit, par ces chiffres, que le véritable produit complémentaire de l'anisol bout de 225 à 228 degrés. Ce composé constitue en outre les $\frac{3}{4}$ du liquide qui bout au-dessus de 190 degrés, et il ne se congèle nullement dans un mélange réfrigérant à — 35° ; ce qui prouve que le produit

en question doit être exempt d'anéthol. L'odeur de ce composé est vive et pénétrante, et rappelle un peu l'odeur du camphre.

» *c. Fluorhydrate de fluorure de bore :* BFl^3, $3HFl$. — Cette combinaison particulière, que, dans le cours de mes recherches, j'ai pu isoler facilement, grâce à sa densité considérable, distille vers 130 degrés, sans cependant présenter un point d'ébullition bien constant. Préparée récemment, c'est un liquide limpide et qui se décompose avec une rapidité extraordinaire, au contact de l'air humide, en acide borique et en acide fluorhydrique. Il attaque le verre, à son point d'ébullition. J'en ai déterminé la densité de vapeur, qui répond à 4 volumes.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Densité.....	4,79	4,65	4,42

» II. *Conclusions théoriques.* — Les conclusions théoriques tirées de mes expériences antérieures sur l'anéthol ([1]) se trouvent entièrement confirmées par les résultats exposés dans le présent Mémoire.

» J'ai obtenu, en effet, les deux composés oxygénés qui correspondent, l'un à l'alcool anisique et l'autre à l'aldéhyde acécampholique, substances qui me paraissent les composants les plus prochains de l'anéthol, d'après l'équation suivante :

$$C^{12}H^{16}O + C^8H^{10}O^2 = C^{20}H^{24}O^2 + H^2O.$$

Or le dédoublement de l'anéthol par l'action du fluorure de bore est exprimé, à son tour, par l'équation suivante :

$$C^{20}H^{24}O^2 = C^7H^8O + C^{11}H^{16}O + C^2,$$

» L'anisol correspondant à l'alcool anisique, et l'autre composé à l'aldéhyde acécampholique, à la rigueur j'aurais dû obtenir les deux produits répondant aux formules C^8H^8O et $C^{12}H^{16}O$; mais ces deux composés ne présentent pas une stabilité suffisante vis-à-vis du fluorure de bore, et ils sont transformés par lui en deux composés plus simples et par conséquent plus stables, à savoir l'anisol, d'une part, et le produit $C^{11}H^{16}O$, d'autre part.

([1]) *Comptes rendus* du 12 juillet 1875, du 17 janvier 1876 et du 10 avril de la même année.

» La question de la constitution de l'anéthol me paraît tranchée par la connaissance de ces dédoublements, joints à ceux que j'ai déjà réalisés, tant au moyen des agents oxydants que des agents réducteurs ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle liqueur cuivrique carbonatée pour le dosage du glucose.* Note de M. **H. Pellet**.

« Divers chimistes ont modifié la liqueur de Fehling, Viollette, etc., soit en ajoutant à la soude des doses variables de carbonate de soude, soit en supprimant l'alcali caustique et en le remplaçant par du carbonate.

» M. Possoz a donné la formule et la préparation d'une liqueur carbonatée dans les *Comptes rendus* (28 décembre 1872 et 23 février 1874), mais la préparation de cette liqueur est assez compliquée; de plus, telle qu'on l'obtient à l'état stable, on ne réussit pas à avoir un titre approché.

» La liqueur dont nous nous servons, depuis plus de deux ans, est composée de :

Sulfate de cuivre pur cristallisé	$68^{gr},7$
Sel de seignette	200,00
Carbonate de soude sec et pur	100,00
Chlorhydrate d'ammoniaque	6,87

» L'addition du sel ammoniac a pour but de maintenir la stabilité dans la liqueur, pour assurer sa conservation. Ce sel a été indiqué par M. Monier pour la liqueur de Fehling ordinaire.

» Toutes les substances indiquées ci-dessus sont mélangées avec 5 ou 600 grammes d'eau distillée. On fait dissoudre au bain-marie; refroidir et compléter 1 litre. Filtrer s'il y a lieu.

» Le titre de cette liqueur est de $10^{cc} = 0^{gr},05$ de sucre, qu'il est toujours bon de vérifier. Pendant l'étude de la préparation de cette liqueur carbonatée, nous avons remarqué que le titre en était variable suivant les quantités d'eau ou de liquide sucré mises en présence d'un volume donné de liquide bleu. Ainsi, le titre que nous venons d'indiquer n'est exact que pour les volumes ci-après :

Liqueur cuivrique	20^{cc}
Volume du liquide sucré, avec ou sans eau	30

Aussi nous proposons d'établir 2 titres, suivant la dose de liquide sucré

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Université de Genève.

qui peut être employée, et notre flacon renfermant notre liqueur porte l'étiquette suivante :

	TITRE DE LA LIQUEUR	
	avec 20^cc liqueur bleue; 10 liqueur glucose, 20 eau, ou 30^cc liquide sucré.	avec 20^cc liqueur bleue; 10 liqueur glucose, 50 eau, ou 66^cc liqueur sucrée.
10 centimètres cubes...	0,1693 cuivre.	0,1693 cuivre.
»	0,05 sucre.	0,0533 sucre.
»	0,0526 glucose.	0,0561 glucose.
1 gramme de sucre....	3,38 cuivre.	3,18 cuivre.
1 gramme de glucose..	3,21 »	3,01 »
1 gramme de cuivre..	× 0,296 = sucre.	× 0,314 = sucre.
	× 0,311 = glucose.	× 0,332 = glucose.

» Le mode d'emploi de cette *nouvelle liqueur carbonatée stable* est le même que celui qui a été indiqué par MM. Possoz, Weill et par nous. Ce mode est le suivant :

» *Dosage du glucose dans les liqueurs contenant du sucre et du glucose.* — La liqueur bleue est mise en contact avec le liquide sucré. Chauffer $\frac{1}{2}$ heure au bain-marie; recueillir le précipité sur un filtre; laver; dissoudre l'oxydule de cuivre dans l'acide chlorhydrique étendu et chaud; oxyder par du chlorate de potasse, permanganate, etc.; chasser l'excès du chlore et décolorer à l'ébullition par du protochlorure d'étain titre.

» On opère de même pour les liquides ne contenant que du glucose, mais colorés.

» *Dosage du glucose total dans les liquides incolores.* — La réduction se fait comme ci-dessus; mais, au lieu de doser le précipité, on ajoute avec précaution, dans le ballon, de l'acide chlorhydrique *bouillant*. Tout le protoxyde de cuivre se dissout sans coloration et ne titre pas par le protochlorure d'étain.

» Au contraire, l'excès de cuivre de la liqueur bleue qui doit toujours exister passe à l'état de perchlorure cuivrique coloré et titrant par le chlorure stanneux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation lactique.* Note de M. L. **Boutroux**, présentée par M. Pasteur.

« En 1857, M. Pasteur a publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* un Mémoire sur la fermentation lactique, où il établit que la transformation

du sucre en acide lactique est liée au développement d'un organisme microscopique. Ce Mémoire devait être suivi d'un second ; mais, engagé depuis longtemps dans d'autres recherches, M. Pasteur m'a proposé de reprendre l'étude de cette question en me servant des procédés de plus en plus perfectionnés qu'il a appliqués à la culture des organismes microscopiques.

» Mon premier soin fut de chercher à isoler le ferment à l'état de pureté parfaite; cela fait, j'ai pu en observer les propriétés sans complications étrangères. Voici mes premiers résultats :

» Le ferment lactique se présente le plus ordinairement, à l'œil nu, sous la forme d'un voile placé à la surface du liquide où on le cultive, voile d'une très-faible ténacité, et souvent d'une épaisseur irrégulière, se disloquant en lambeaux écailleux. Au microscope on voit qu'il est constitué par des cellules ovales disposées ordinairement par groupes de deux, égales, placées bout à bout, souvent aussi en chapelets de forme plus ou moins courbe. Les dimensions des cellules sont très-variables. La largeur varie environ entre un et trois millièmes de millimètre. La longueur est à peu près double. La forme même n'est pas absolument fixe. Au début de la fermentation, on trouve fréquemment de très-grosses cellules à peu près sphériques; d'autres présentent en leur milieu un étranglement plus ou moins profond qui leur donne en coupe à peu près la forme d'une lemniscate; d'autres sont divisées par une cloison transversale; enfin on rencontre des chapelets dont les grains vont en diminuant de grosseur et se rapprochant de la forme normale; quelquefois deux chapelets partent d'une même cellule, très-grosse, sphérique. A mesure que la fermentation s'avance, les formes se régularisent, les cellules deviennent d'une grandeur uniforme; enfin, quand la fermentation est terminée, on ne voit plus que des grains fins, en groupes tout à fait irréguliers, souvent très-serrés.

» Cet organisme se développe rapidement quand on le sème dans des mélanges de sucre et de liquides contenant des matières azotées, tels que petit-lait, eau de levûre, infusion de malt, infusion de foin. Le sucre cristallisé est moins propre au développement de cet organisme que le sucre interverti ou le glucose. Le milieu qui paraît le mieux réussir est un mélange d'eau de levûre et de glucose.

» Une certaine acidité n'empêche pas le développement, quoiqu'elle le gêne un peu. Ainsi le liquide peut atteindre une acidité de $1^{gr},5$ d'acide lactique pour 100 centimètres cubes. Mais, lorsqu'on ajoute de la craie au mélange sucré, de telle sorte que l'acide formé soit neutralisé à mesure qu'il se produit, on obtient une plus grande quantité d'acide lactique.

» Pour que le milieu soit propre au développement, il faut encore de l'oxygène à *l'état libre*. Si, après avoir ensemencé un mélange sucré, on fait le vide sur le liquide et qu'on ferme le vase à la lampe, ou si, avant et après l'ensemencement, on fait passer dans le liquide un courant d'acide carbonique privé de poussières, aucun développement n'a lieu, le liquide ne subit aucune altération. Le ferment n'est pas tué pour cela; car il suffit de faire rentrer de l'air pour constater la production d'un voile de ferment lactique au bout de deux ou trois jours. Si, après avoir ensemencé un liquide convenable, on scelle le vase à la lampe de manière à emprisonner un certain volume d'air, le développement a lieu, mais s'arrête bientôt. Si, au contraire, on laisse le vase ouvert, en prenant les précautions nécessaires pour qu'il ne puisse pas venir de l'extérieur des poussières qui sémeraient dans le liquide des ferments étrangers, le développement est beaucoup plus considérable.

» L'action du ferment sur le milieu dans lequel il vit consiste surtout dans la formation d'acide lactique. Il ne se produit pas d'acide volatil, ni d'alcool. Si la fermentation se fait en vase clos, et sans craie, l'oxygène qui est en présence du liquide est absorbé jusqu'à la dernière trace, et remplacé par un volume beaucoup moindre d'acide carbonique, sans aucun dégagement visible de bulles gazeuses. En opérant avec de l'oxygène pur, on ne trouve, après la fermentation, qu'un volume de gaz inférieur au quart du volume d'oxygène primitif, et ce gaz est uniquement de l'acide carbonique.

» Lorsque la fermentation est terminée, le voile tombe au fond, en se disloquant, sous l'influence de la moindre agitation; mais il garde sa vitalité. Au bout de trois mois, et probablement au bout d'un temps beaucoup plus long, il peut encore se reproduire. Je n'ai pas constaté la formation de spores; les cellules se conservent sans s'être transformées. Le Dr Lister a déjà fait la même remarque.

» Les milieux sucrés ne sont pas les seuls dans lesquels le ferment lactique peut se développer. Il vit très-bien aussi sur un mélange d'eau de levûre et d'alcool additionné ou non d'acide acétique, ou sur un mélange d'eau de levûre et de glycol; il donne alors lieu à la production d'acides spéciaux. Ces actions seront l'objet d'une étude particulière; mais les expériences, encore incomplètes, que j'ai instituées à ce sujet, me permettent déjà de considérer le ferment lactique et le *mycoderma aceti* comme un seul et même organisme, dont les fonctions varient avec la composition des milieux nutritifs. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la composition chimique et les fonctions des feuilles des végétaux.* Mémoire de M. **B. Corenwinder**, présenté par M. Peligot. (Extrait par l'auteur.)

« Lorsque, il y a près de trente années, j'ai commencé l'étude des fonctions physiologiques des feuilles, je n'ai pas tardé à m'apercevoir que ces organes, dans leur premier âge, exhalent de l'acide carbonique pendant le jour aussi bien que pendant la nuit.

» De cette exhalation d'acide carbonique se produisant à la suite d'une inspiration d'oxygène on peut conclure que les feuilles des végétaux mettent en évidence, au moment de leur épanouissement, la propriété dont elles jouissent de respirer de la même manière que les animaux.

» J'ai démontré ensuite que cet effet de l'acte respiratoire, c'est-à-dire le dégagement diurne d'acide carbonique, très-sensible au début, diminue graduellement à mesure que les feuilles prennent de l'accroissement. Il cesse ordinairement d'être apparent *pendant le jour*, chez les plantes adultes. Si l'on a dit le contraire, c'est probablement parce qu'on n'avait pas aperçu qu'un même rameau peut porter en même temps des feuilles anciennes et des feuilles récemment épanouies; en ce cas, l'acide carbonique mis en liberté émane de ces dernières.

» Dans l'espoir de découvrir la cause de ces importants phénomènes, j'ai eu recours à l'analyse chimique, qui seule pouvait les élucider. Quelques savants se rappelleront peut-être qu'ayant dosé les substances azotées, ainsi que le phosphore, contenues dans les feuilles des arbres, depuis le moment où elles sortent de leur bourgeon jusqu'à leur maturité, j'ai reconnu que ces substances, très-abondantes au début, diminuent en quantité relative dans ces feuilles, à mesure qu'elles se développent. Le phosphore suit absolument la même relation.

» Le rapprochement des faits qui précèdent permet de conclure qu'il y a chez les végétaux une concordance entre l'acte de la respiration et la prédominance des substances azotées. Celles-ci sont donc chez eux, selon toute apparence, la cause occasionnelle de cet acte essentiel de la vie de tous les êtres.

» J'ai poursuivi, depuis, de nouvelles expériences qui confirment cette doctrine scientifique.

» Dans le cours de mes observations, j'ai eu bien des fois l'occasion de constater que, chez les arbres à feuilles persistantes, les feuilles nouvelle-

ment formées exhalent temporairement, pendant le jour, de l'acide carbonique, tandis que celles des années précédentes ne jouissent plus de cette propriété. J'ai donc été conduit à faire des analyses comparatives de ces organes, choisis dans ces deux conditions déterminées. Je citerai, entre autres, celles qui ont eu pour objet les feuilles du *Lauro-cerasus*.

FEUILLES DU LAURO-CERASUS CUEILLIES LE 12 MAI

(séchées à 100 degrés).

	Feuilles nouvelles.	Feuilles anciennes.
Substances azotées...	32,467	10,752
Matières carbonées...	61,988	81,688
Matières minérales...	5,545	7,560
	100,000	100,000

COMPOSITION DES MATIÈRES MINÉRALES.

	Feuilles nouvelles.	Feuilles anciennes.
Acide phosphorique...	1,682	0,349
Chaux...	0,863	3,798
Potasse, silice, etc...	3,000	3,413
	5,545	7,560

» La prédominance des substances azotées dans les feuilles récentes permet de conclure, comme précédemment, que ce sont ces substances qui, organisées dans les cellules, exercent la fonction respiratoire.

» On remarquera aussi que le phosphore diminue beaucoup en quantité dans les feuilles anciennes. Celles-ci, au contraire, sont plus riches en sels calcaires.

» L'observation morphologique justifie, du reste, cette loi naturelle. En examinant au microscope une lame mince d'une jeune feuille de *Lauro-cerasus*, on voit distinctement que ses cellules sont gonflées de protoplasme et qu'elles contiennent peu de chlorophylle.

» C'est ce que les botanistes savent parfaitement.

» Or tous les physiologistes admettent que le protoplasme est la matière active et vivante de la cellule [1]. Riche en azote et en phosphore, cette matière est soumise aux conditions de tous les êtres animés : pour vivre, elle doit respirer, c'est-à-dire absorber de l'oxygène et exhaler de l'acide carbonique.

---

[1] M. P. Duchartre, *Éléments de Botanique*, page 25 (1877), 2e édition.

» Au contraire, les cellules des feuilles surannées ne présentent plus cet aspect; pauvres en protoplasme, elles renferment de la chlorophylle en abondance. Aussi la fonction respiratoire, fort affaiblie en elles, est-elle masquée alors par la fonction inverse de la chlorophylle qui retient et décompose l'acide carbonique émanant de la respiration.

» On ne peut désormais faire apparaître la première fonction qu'en neutralisant en totalité ou en partie l'effet de la seconde : en totalité, si l'on maintient la plante dans une obscurité complète; en partie, si l'on affaiblit seulement l'action de la lumière, comme, par exemple, lorsqu'on transporte cette plante dans un appartement peu éclairé.

» On aperçoit distinctement aussi, à l'aide du microscope, que chez les feuilles anciennes les enveloppes des cellules sont beaucoup plus épaisses que celles des feuilles nouvelles. Celles-là sont incrustées alors de matières résineuses, calcaires, de silice, etc.; c'est pourquoi, dans les cendres des feuilles surannées, on trouve de la chaux en abondance.

» Dans l'ensemble de mes études sur la Physiologie végétale, il résulte pour moi la certitude qu'il n'y a, pour les plantes comme pour tous les êtres, qu'une seule et même respiration. La fonction de la chlorophylle est d'un ordre différent : c'est un acte d'assimilation.

» Ce n'est pas la première fois qu'on émet cette doctrine, mais je pense que jusqu'à ce jour elle ne reposait pas sur des preuves suffisantes ([1]). Dorénavant il ne me paraît pas possible d'en méconnaître l'exactitude; aussi faut-il espérer qu'on cessera bientôt d'enseigner, comme on le fait à peu près partout, que les plantes jouissent de deux respirations : une pour le jour, l'autre pour la nuit et que ces respirations sont d'un ordre inverse. Il est temps que cette théorie erronée disparaisse de la Science, pour faire place à la vérité expérimentale fondée sur une longue et persévérante observation des faits. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches relatives à la maturation des olives.* Note de M. A. **Roussille**, présentée par M. Wurtz.

« La formation de la matière grasse, dans la pulpe des olives, a été

([1]) Mon savant collègue, M. Garreau (de Lille), a fait sur ce sujet, il y a environ trente années, des expériences dont les résultats sont très-importants. Il est regrettable qu'il ne les ait pas continuées. Une thèse aussi intéressante mériterait, du reste, de nouvelles recherches.

étudiée, en 1861, 1862 et 1863, par M. S. de Luca, *qui* constata que son accroissement progressif avait lieu à mesure que le fruit se développait. Les recherches, dont j'ai l'honneur de présenter les résultats, ont été entreprises dans le but de suivre les migrations des divers principes immédiats des feuilles vers les fruits; elles ont porté spécialement sur les matières grasses, les matières azotées, le ligneux et les matières minérales.

» Le dosage des matières grasses, mélangées de chlorophylle, a été exécuté à l'aide du sulfure de carbone; ce procédé, très-exact, a un inconvénient que je dois signaler ici, en ayant été victime. Pendant l'évaporation, qui doit se faire sans ébullition, pour éviter les projections, on respire une grande quantité de vapeurs de sulfure, par suite de la longue et constante surveillance qu'il faut exercer. Ces vapeurs ont produit chez moi, dans les premiers temps, une céphalalgie violente que suivit une perte progressive et finalement absolue d'énergie physique et morale, en même temps qu'une nervosité excessive, accompagnée d'insomnies prolongées, tous accidents qui ont cessé environ un mois après la fin de mes recherches.

» L'azote des matières azotées a été dosé par le procédé Will et Varrentrapp, modifié par M. Peligot. Le ligneux a été séparé, par un épuisement successif, avec l'acide chlorhydrique dilué, une lessive de potasse faible, l'eau bouillante, l'alcool et l'éther, puis par l'incinération du résidu insoluble desséché et pesé, pour en déduire les cendres.

» Les tableaux synoptiques ci-après indiquent les résultats analytiques.

» *Matières grasses et chlorophylle.* — La chlorophylle, que l'on trouve très-abondante, à la fin de mai, dans les feuilles, y persiste, ou s'y modifie sans subir de migration vers les fruits; elle ne semble pas mélangée de matières grasses.

» Dans les fruits, la chlorophylle n'est que peu abondante dès le commencement, et ne semble pas augmenter dans des proportions bien sensibles; ainsi que M. de Luca l'a constaté, c'est la matière grasse qui s'y développe exclusivement à mesure de la maturation. La matière grasse ne subit pas de migrations, elle se forme sur place aux dépens de ces principes immédiats qui n'ont pas été isolés.

» *Matières azotées.* — Les proportions de ces matières augmentent dans les feuilles jusqu'à la fin de juillet, époque vers laquelle elles semblent être à leur maximum; elles diminuent fortement dans les mois d'août, par suite de leur migration vers le péricarpe du fruit où elles atteignent leur maximum. Une nouvelle migration doit s'effectuer alors vers l'endosperme, car l'analyse de la fin de septembre indique une diminution des

$\frac{2}{3}$, diminution qui ne saurait être entièrement attribuée à la cessation d'apport de matières azotées. A partir de cette époque, qui doit coïncider avec la formation de l'amande, les proportions se relèvent un peu dans les feuilles aussi bien que dans les fruits.

» *Ligneux.* — La proportion de ligneux qui, dans les feuilles, s'abaisse en juin, augmente ensuite régulièrement à partir de juillet. Dans les fruits, c'est à la fin d'août qu'on en trouve la plus forte proportion.

» *Matières minérales.* — Dans les feuilles, la quantité totale de matières minérales augmente jusqu'à la fin d'août, pour diminuer ensuite jusqu'à la maturité du fruit; les proportions de sels alcalins s'y accroissent jusqu'à la fin de juillet; en août, ils émigrent vers les fruits dont ils constituent la plus grande partie des matières minérales. L'accroissement recommence alors dans les feuilles, se poursuivant et s'accentuant vers la cueillette des olives. La proportion des phosphates de calcium et de magnésium augmente jusqu'en juillet, et diminue brusquement en août, comme celle des sels alcalins; il semble cependant que la migration des phosphates précède celle des alcalis, correspondant à la migration des matières azotées, tandis que celle des sels alcalins correspond à celle des principes immédiats non isolés, et à leur tranformation en matières grasses.

» Dans les fruits, les matières minérales atteignent leur plus grande proportion à la fin d'août; la diminution apparente ne persiste pas du reste, car les nombres se relèvent ensuite jusqu'à la maturité des olives. Il semble que la quantité de sels alcalins augmente en même temps que celle des matières grasses. Cette augmentation devient presque proportionnelle pour le phosphate de potassium, la teneur en anhydride phosphorique passant

De 1,675	fin août pour........	29,190	de matière grasse
A 4,421	fin septembre pour....	62,304	»
A 4,784	fin octobre pour......	67,213	»
A 5,164	à la cueillette pour....	68,575	»

» La proportion de phosphates de calcium et de magnésium est à son maximum en août, en même temps que celle des matières azotées. L'acide phosphorique ne doit guère pénétrer dans l'endosperme que sous forme de phosphate alcalin.

» *Silice.* — La silice trouvée est, pour la plus grande partie au moins, accidentelle, comme le montre son examen microscopique [1].

---

(1) Ce travail a été exécuté sur les feuilles et les fruits de la variété dite *Blanquet*, ré-

COMPOSITION DES FEUILLES.	30 mai.	30 juin.	30 juillet.	30 août.	30 sept.	30 octobre.	30 nov.
Matières grasses et chlorophylle.	5,432	4,330	4,578	4,577	3,631	3,766	3,702
Matières azotées	8,775	8,162	9,337	8,275	7,883	8,287	8,443
Ligneux	18,886	16,444	18,833	20,778	27,709	27,514	28,117
Matières minérales	7,777	7,217	6,987	8,091	6,610	6,848	5,861
Principes immédiats divers	59,130	63,847	60,265	58,279	54,207	53,585	53,877
Sels alcalins	10,794	19,795	22,190	8,992	12,849	16,834	19,006
Phosphates terreux	12,938	27,005	22,360	8,604	9,754	11,127	12,304
Carbonate terreux, etc	70,554	49,820	46,410	75,606	72,483	69,009	65,740
Silice	5,714	3,380	9,040	6,798	4,918	3,030	2,950

COMPOSITION DE LA PULPE DES FRUITS.	30 juin.	30 juillet.	30 août.	30 sept.	30 octobre.	15 novembre.
Eau de végétation	22,003	60,690	66,051	56,005	51,688	50,198
Matières grasses et chlorophylle.	1,397	5,490	29,190	62,304	67,213	68,573
Matières azotées	?	?	14,619	4,189	4,411	4,329
Ligneux	?	?	13,341	7,432	7,072	6,096
Matières minérales	?	?	4,156	2,736	2,964	3,060
Principes immédiats divers	98,603	94,510	38,694	23,339	18,340	17,940
Sels alcalins	"	"	81,818	82,500	86,353	85,916
Phosphate terreux, etc	"	"	16,642	16,250	13,068	13,615
Silice	"	"	1,540	1,250	0,579	0,469
P^2O^5 des sels alcalins	"	"	1,675	4,421	4,784	5,164

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'eau minérale de Challes, en Savoie.* Note de M. **Ed. Willm**, présentée par M. Wurtz.

« Challes est situé à 6 kilomètres de Chambéry; ses eaux thermales, outre qu'elles sont de beaucoup les plus sulfurées connues, sont bicarbonatées sodiques et très-fortement iodurées.

» L'une des deux sources de Challes, désignée sous le nom de *petite source*, n'est pas très-sulfurée, mais sa teneur en iode ne le cède guère à celle de la source principale. Le débit de chacune des deux sources est de 3000 litres environ par jour.

---

coltés sur le domaine des Mazets-la-Roche, près Tarascon, appartenant à M. Emile Mourret, ancien répétiteur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, qui a bien voulu être mon collaborateur. »

» L'eau de Challes, au moment où elle est recueillie, est incolore et limpide, et, malgré sa forte teneur en principe sulfuré, elle ne présente qu'une faible odeur. Cette circonstance éloigne de prime abord l'idée de la présence de l'hydrogène sulfuré libre. Il est vrai que par l'ébullition on chasse une grande quantité de ce gaz, mais ce dégagement résulte d'une décomposition produite par l'action des bicarbonates sur le sulfure ou le sulfhydrate alcalin dissous dans l'eau. Le dégagement d'hydrogène sulfuré est d'abord très-actif, parce qu'il y a en même temps beaucoup d'acide carbonique mis en liberté par suite de la décomposition des bicarbonates de calcium et de magnésium; il est ensuite moins abondant et se continue plus lentement, le bicarbonate de sodium resté dissous se décomposant lui-même avec plus de lenteur.

» On conçoit, d'après cela, que le dosage de l'hydrogène sulfuré dégagé ne saurait fournir des résultats constants. J'espérais d'abord, par l'ébullition, pouvoir déterminer la quantité de soufre existant à l'état de sulfhydrate et celle existant à l'état de monosulfure de sodium; mais j'ai dû, après de nombreuses tentatives, renoncer à ce procédé [1]. J'ai eu recours alors à la précipitation des sulfures par le sulfate de manganèse pur. Ce sel agit sur les sulfhydrates et sur les sulfures solubles en donnant un précipité de sulfure de manganèse; seulement, dans le cas du sulfhydrate, la moitié du soufre est chassée à l'état d'hydrogène sulfuré. On doit donc, en déterminant l'hydrogène sulfuré ainsi dégagé, ou le sulfure de manganèse précipité, pouvoir évaluer la proportion de sulfhydrate alcalin en dissolution. A cet effet, j'ai précipité 2 litres d'eau de Challes par un excès de sulfate de manganèse pur, puis j'ai fait bouillir, pour chasser l'hydrogène sulfuré et le gaz carbonique produits par la réaction, qui détermine en même temps une précipitation de sulfure et de carbonate de manganèse. L'expulsion de ces deux gaz par l'ébullition étant terminée, le tout, contenu dans un ballon relié à une série de flacons absorbants et portant un entonnoir à robinet, a été additionné d'acide chlorhydrique et soumis de nouveau à l'ébullition. Le gaz dégagé a été dirigé dans une solution chlorhydrique d'acide arsénieux, renfermée dans les flacons absorbants. Le sulfure d'arsenic a été finalement recueilli sur un filtre taré, séché à 100 degrés et pesé.

(1) Ces expériences nous ont conduit à examiner l'action de l'ébullition sur une solution de monosulfure de sodium. Une solution de ce corps, au titre à peu près de l'eau de Challes, a été soumise à une ébullition prolongée, à l'abri de l'air. Après quarante-cinq minutes, son titre s'était abaissé de 30 pour 100; l'addition de bicarbonate de sodium à une autre portion a déterminé, après le même temps d'ébullition, une perte sulfhydrométrique des $\frac{2}{3}$.

On a obtenu ainsi 0gr,5423 de sulfure d'arsenic, ce qui correspond à 0,2116 de soufre, soit 0,1058 par litre. Or, l'eau sur laquelle on a opéré indiquait, par la méthode sulfhydrométrique, 0gr,226 d'hydrogène sulfuré par litre, soit 0gr,2127 de soufre, chiffre sensiblement double de 0,1058 (en effet, $2 \times 0,1058 = 0,2116$). On est donc en droit de conclure que le principe sulfuré de l'eau de Challes est le *sulfhydrate de sodium*, et le sulfhydrate seul. La présence de bicarbonate de sodium justifie du reste cette conclusion. En effet, le monosulfure de sodium serait décomposé d'après l'équation

$$Na^2S + CO^3NaH = CO^3Na^2 + NaHS.$$

L'ébullition de l'eau de Challes détermine la précipitation de carbonates de calcium et de magnésium; la solution retient le carbonate de sodium en grande partie bicarbonaté. Le dosage de ce carbonate a été effectué à l'aide de chlorure neutre de baryum ajouté au liquide bouillant; le carbonate précipité a été transformé ensuite en chlorure, puis en sulfate. Du poids de ce dernier on déduit la quantité d'acide carbonique précipité. Comme on pouvait le prévoir, le chiffre ainsi obtenu n'est pas constant, car il varie nécessairement avec le degré de décomposition du sulfhydrate par le bicarbonate, ce dernier se transformant en carbonate neutre. Dans le tableau suivant, le carbonate de sodium est calculé d'après la teneur en sodium, après défalcation des autres sels sodiques.

» Après une ébullition prolongée de l'eau, celle-ci ne renferme plus que des sels de sodium en dissolution. Les sels de potassium et de lithium n'y existent qu'à l'état de traces; la présence du potassium est même douteuse; le lithium a été reconnu au spectroscope.

» Le tableau suivant résume la composition des eaux de Challes, calculée d'après les données des analyses :

Température 10°,5.	Source principale.	Petite source.
Titre sulfhydrométrique (1)	gr 0,2127 (soufre)	gr 0,00337
Gaz carbonique (2)	0,0674	
Azote	24cc,3	
Carbonate de calcium	0,0772	0,1325
Carbonate de magnésium	0,0496	0,0206
Dépôt par litre	0,1268	0,1531

(1) Ce titre peut aller jusqu'à 0,240. Tout le soufre est à l'état de sulfure, et l'eau ne renferme, récemment puisée, ni polysulfure, ni hyposulfite. En effet, le carbonate de plomb peut lui faire perdre totalement son titre sulfhydrométrique, et les acides en dégagent l'hydrogène sulfuré sans dépôt de soufre.

(2) Cette quantité d'acide carbonique dégagée correspond très-sensiblement au dépôt des

Température 10°,5.	Source principale.	Petite source.
	gr	gr
Silice	0,0227	0,0232 (Silice et Alumine)
Alumine	0,0059	
Sulfhydrate de sodium	0,3594	0,0059
Carbonate de sodium	0,5952	0,1146
Sulfate de sodium	0,0638	0,1557
Chlorure de sodium	0,1554	0,0232
Bromure de sodium	0,00376	»
Iodure de sodium	0,01235	0,0080
Sels solubles par litre	1,2185r	0,3306

» *Action de l'air sur l'eau de Challes.* — L'eau de Challes peut se conserver pendant de longues années dans des bouteilles bien bouchées. J'ai eu l'occasion d'en examiner qui datait de vingt ans et dont le titre n'avait pas éprouvé de modification sensible. L'eau était restée incolore dans deux bouteilles et était exempte d'hyposulfite. L'une indiquait encore au sulfhydromètre (aussi bien qu'au dosage par le sulfure d'arsenic) $0^{gr},203$ de soufre actif; l'autre en indiquait $0^{gr},187$.

» Au contact de l'air, par contre, l'eau de Challes subit une altération rapide; elle devient d'abord jaune, par suite de la formation d'un polysulfure. Cette coloration jaune disparaît à son tour après un temps plus ou moins long, et tout le sulfure se trouve alors converti en hyposulfite.

» Un titrage de l'eau d'une bouteille, après cinq jours de vidange, a accusé la présence de $0^{gr},0228$ de soufre à l'état d'hyposulfite par litre. L'eau était encore très-jaune. Après quinze jours, l'eau de la bouteille (bouteille de 9 litres à moitié vide) était complétement inodore et incolore, elle ne noircissait plus immédiatement les sels de plomb, et était donc totalement exempte de sulfure. En même temps, il s'était formé un abondant dépôt de soufre. Le titrage de l'hyposulfite a montré que $0^{gr},102$ de soufre s'était converti dans ce sel, soit très-sensiblement la moitié. »

MÉDECINE. — *De la fréquence du glaucome sur le littoral nord de l'Afrique.* Note de M. J. Gayat, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« ... Le but principal de cette Note est d'établir que :

» 1° Dans les pays du littoral nord de l'Afrique, il se rencontre fréquem-

carbonates insolubles; mais, si l'on prolonge l'ébullition après ce dépôt, il se dégage lentement une nouvelle quantité de ce gaz.

ment des cas de glaucome franc et d'irido-choroïdite glaucomateuse, chez des personnes atteintes en même temps de rhumatisme, de goutte, d'altérations généralisées du système vasculaire, telles qu'elles s'observent dans nos climats d'Europe;

» 2° Chez les habitants des pays en question, indigènes et étrangers, les diverses formes et variétés du glaucome sont comparables, dans leur marche et dans leurs résultats, à celles que j'ai observées dans les cliniques des divers pays d'Europe ([1]);

» 3° Dans le nord de l'Afrique, comme en Europe, l'iridectomie pratiquée à temps a été, pour moi, le meilleur mode de traitement de l'affection glaucomateuse. »

M. A. **Badet** adresse quelques observations au sujet de la Communication récente de M. Bréguet sur les téléphones à ficelle.

L'auteur dit être parvenu, dès le 1er février, à transmettre les sons en se servant de parchemins tendus sur des cadres et faisant l'office de tables résonnantes. Le fil était fixé au centre de la membrane et faisait avec elle tel angle que l'on voulait.

M. Ad. **Nicolas** adresse une Note contenant le résumé d'un travail qu'il prépare sur la Climatologie.

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince B. Boncompagni, des livraisons du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, de décembre 1877 et janvier 1878 (t. XI). Dans la première se trouve la fin des ouvrages se rapportant au *Calcul de l'abacus*, dans la livraison précédente; à la suite se trouvent des recherches

---

([1]) En conséquence, je ne puis pas regarder comme étant actuellement exacte l'opinion du professeur Furnari, de Palerme, qui écrivait, en 1845, à la suite d'une mission du Gouvernement français, que les affections glaucomateuses étaient très-rares en Algérie.

Je ne puis pas non plus m'associer complétement à la manière de voir de M. Tavignot, qui propose (*Comptes rendus*, 2e semestre 1876, p. 42) de mettre à profit l'*immunité du climat d'Algérie*, relativement à la prophylaxie et au traitement du glaucome; car, pour moi, cette action spéciale du climat sur une maladie réputée incurable ne doit pas être regardée comme spéciale; elle est subordonnée à l'influence qu'une température élevée peut exercer sur les affections diathésiques ou constitutionnelles qui accompagnent le glaucome.

de M. Boncompagni, extraites principalement des bibliothèques anciennes, relatives au *Traité de l'abacus* de Gerland, dont il était question précédemment (p. 595 et suivantes); puis se trouve la reproduction des observations de M. *A. Genocchi* insérées dans les *Mémoires de l'Académie royale de Turin*, t. XII (1876-1877), relatives à la publication des Lettres de Lagrange à Euler faite par M. Boncompagni. Cette livraison se termine par une Table fort étendue des publications récentes en toutes langues et en tous pays. La livraison de janvier renferme un Mémoire non terminé de M. *Élie Milloswieh*, professeur d'Astronomie nautique de Marine-marchande de Venise, sur la Vie et les travaux de *Giovanni Santini*, l'illustre astronome de Padoue, l'un de nos Correspondants depuis un très-long temps.

M. **Chasles** présente aussi à l'Académie un Mémoire de M. Cremona, extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Rome*, renfermant des théorèmes stéréométriques d'où se déduit la propriété de l'hexagramme de Pascal.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1878.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, nos 53 à 59, du 22 au 28 février 1878; autographié.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires; 3e série, t. XXXIII. Paris, V. Rozier, 1877; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. II, 2e cahier. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 220 à 225. Poitiers, imp. Oudin, 1877; 4 liv. in-8°.

De la fièvre typhoïde dans l'armée; par M. L. Colin. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878).

Le Phylloxera. Comités d'études et de vigilance. Rapports et documents; 4e fascicule, janvier 1878. Paris, G. Masson, 1878; in-8°. (Renvoi à la Commission).

Manuel médical d'hydrothérapie, par le Dr Beni-Barde. Paris, G. Masson, 1878; in-18. (Présenté par M. Bouillaud.)

Wagner et Gauthier. *Nouveau Traité de Chimie industrielle,* t. I, fasc. 4. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

Nouveaux Éléments de Chimie médicale et de Chimie biologique; par R. Engel. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Wurtz.)

Théorie de la lunette pancratique de M. Donders; par J.-A.-C. Oudemans. Amsterdam, Van der Post, 1878; br. in-8°.

J.-A. Poumeau. *Tableau indiquant la correspondance de la conception avec les signes précurseurs de l'accouchement.* Basse-Terre, impr. du Gouvernement, sans date; br. in-8°.

Atti del reale Istituto d'incorraggiamento alle Scienze naturali economiche e tecnologiche di Napoli; 2da serie, t. XIV, P. II; Napoli, G. Nobile, 1877; in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. X, dicembre 1877; t. XI, gennaio 1878; Roma, tipog. delle Scienze matematiche e fisiche, 1878; 2 liv. in-4°.

Teoremi stereometrici dai quali si deducono le proprietà dell' esagrammo di Pascal; di L. Cremona. Roma, Salviucci, 1877; br. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Micologia romana; per C. Bagnis. Roma, Salviucci, 1877; br. in-4°.

Su alcuni temporali osservati nell' Italia superiore (estate 1876). Relazione del prof. Frizìani. Milano, U. Hoepli, 1877; in-4°.

I conci chimici, l'Industria agraria e la proprieta fondiaria. Nota del prof. G. Cantoni. Milano, tip. Bernardoni, 1878; br. in-8°.

J.-A. Poumeau. *Problème concernant l'embryogénie de l'espèce humaine.* Basse-Terre, imprimerie du Gouvernement, sans date; br. in-8°.

Sunspots and rainfall; by Ch. Meldrum. Mauritius, printed Dupuy, sans date; br. in-8°.

N° 9.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 Mars 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 9.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 10 (11 Mars 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes ndus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur a eur a été remise, séance tenante, aux rétaires

Le Rapports dinaires sont soumis à la même limite que les M noires; mais ils ne sont pas compris ns les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut do ner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur les phénomènes qui se rattachent à la vision d'objets colorés en mouvement.* Note de M. CHEVREUL.

« Ce n'est que dans ces derniers mois que je me suis expliqué un état de choses que j'aurais pu connaître depuis assez longtemps.

» Je veux parler de faits relatifs à la manière dont on a interprété des phénomènes relatifs à la vision d'objets colorés, en mouvement circulaire, sur une toupie modifiée de l'ancienne toupie d'Allemagne.

» C'est après avoir observé plusieurs de ces phénomènes et avoir connu l'interprétation qu'on leur donnait, que, m'étant mis à l'œuvre, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» Pour que l'interprétation fût exacte, il aurait fallu étudier comparativement les objets colorés en mouvement et les mêmes objets en repos.

» Il aurait fallu dire comment Newton s'était trompé dans son premier livre de l'*Optique*, comment le polariscope d'Arago était inexact quant aux couleurs qu'il présentait comme complémentaires ; enfin, comment les

trois lois dans lesquelles j'ai fait rentrer un grand nombre de phénomènes, du domaine des *couleurs* dites *accidentelles*, étaient fausses.

» Or, c'est parce que les nouvelles expériences, auxquelles je me livre en ce moment, ne sont pas terminées, que je demande l'insertion de cette Note dans les *Comptes rendus*.

» J'espère bientôt être en mesure de mettre l'Académie en état de juger combien j'ai eu raison de formuler les trois lois de contrastes de couleur, sous les dénominations de *contraste simultané*, de *contraste successif* et de *contraste mixte*.

» Effectivement, lorsque des faits réels, fidèlement interprétés, sont réputés, du moins implicitement, erronés par des hommes qui ont une réputation incontestable dans la science contemporaine, qui aurait pu croire qu'on eût considéré comme *erronée* la blancheur de la lumière par une infinité de rayons simples de couleurs diverses, la composition des *lumières colorées complémentaires* donnée par le *polariscope d'Arago*, et, qu'on me pardonne de citer mon nom après ces grandes autorités, les *lois des trois contrastes!* Quelle est la vérité actuelle? C'est qu'aujourd'hui, après avoir été fidèle à des faits démontrés vrais par Newton et Arago, je suis parvenu à montrer aux yeux, sur un cercle dont une moitié est blanche et l'autre colorée, la complémentaire à cette dernière couleur, et démontrer que c'est grâce à la *disposition des deux surfaces, eu égard au mouvement circulaire;* car une autre disposition, montrant le blanc et la même couleur en mouvement circulaire, démontre que le premier effet n'a pas lieu dans la dernière disposition. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« XXIII. Je terminerai cette étude de la rotation en indiquant encore un point de vue sous lequel on peut traiter la question et où l'on évitera le défaut de symétrie des méthodes précédemment exposées, qui donnent d'abord les quantités A, B, C; puis, par un calcul différent, la quantité V, en séparant ainsi des expressions composées de la même manière avec les quatre fonctions fondamentales de Jacobi. Des transformations algébriques faciles des équations de la rotation, lorsqu'on suppose en général le corps sollicité par des forces quelconques, permettent, en effet, d'associer les composantes de la vitesse aux neuf cosinus; elles seront le point de départ du nouveau procédé que je vais donner pour le cas où il n'y a point de

forces accélératrices. Avant de les exposer, je rappelle d'abord les équations d'Euler

$$\mathrm{a}\,D_t p = (\mathrm{b} - \mathrm{c})qr + P,$$
$$\mathrm{b}\,D_t q = (\mathrm{c} - \mathrm{a})rp + Q,$$
$$\mathrm{c}\,D_t r = (\mathrm{a} - \mathrm{b})pq + R,$$

où les moments d'inertie sont désignés par a, b, c, et celles de Poisson, dont j'ai déjà fait usage,

$$D_t a'' = b''r - c''q, \quad D_t b'' = c''p - a''r, \quad D_t c'' = a''q - b''p,$$

puis

$$D_t A = Br - Cq, \quad D_t B = Cp - Ar, \quad D_t C = Aq - Bp.$$

Cela étant, soit, comme précédemment,

$$v = ap + bq + cr,$$
$$v' = a'p + b'q + c'r,$$
$$v'' = a''p + b''q + c''r,$$
$$V = Ap + Bb + Cr;$$

en écrivant, pour abréger,

$$\Delta = pD_t p + qD_t q + rD_t r - (a''p + b''q + c''r)(a''D_t p + b''D_t q + c''D_t r),$$

nous aurons, comme conséquence, les relations suivantes, que je vais démontrer :

I.

$$A\Delta = V(D_t p - a''D_t v'') + iD_t VD_t a'',$$
$$B\Delta = V(D_t q - b''D_t v'') + iD_t VD_t b'',$$
$$C\Delta = V(D_t r - c''D_t v'') + iD_t VD_t c'';$$

II.

$$Va'' = Av'' + iD_t A,$$
$$Vb'' = Bv'' + iD_t B,$$
$$Vc'' = Cv'' + iD_t C;$$

III.

$$iCD_t b'' = Br + iD_t Bc'',$$
$$iAD_t c'' = Cp + iD_t Ca'',$$
$$iBD_t a'' = Aq + iD_t Ab'';$$

IV.

$$iBD_t c'' = Cq + iD_t Cb'',$$
$$iCD_t a'' = Ar + iD_t Ac'',$$
$$iAD_t b'' = Bp + iD_t Ba''.$$

» A cet effet, je remarque que, en écrivant Δ sous la forme

$$\Delta = \tfrac{1}{2}D_t(p^2 + q^2 + r^2) - v''D_t v'',$$

la condition $p^2 + q^2 + r^2 = v^2 + v'^2 + v''^2$ donne immédiatement

$$\Delta = vD_t v + v'D_t v'.$$

Observons encore qu'on tire des équations

$$v = ap + bq + cr, \quad v' = a'p + b'q + c'r,$$

en employant les égalités $ab' - ba' = c''$, $ca' - ac' = b''$, l'expression suivante :

$$a'v - av' = b''r - c''q = D_t a''.$$

On a d'ailleurs immédiatement

$$D_t p - a'' D_t v'' = a D_t v + a' D_t v',$$

et ces résultats transforment l'équation

$$A\Delta = V(D_t p - a'' D_t v'') + i D_t V D_t a''$$

dans la suivante :

$$(a + ia')(v D_t v + v' D_t v') = (v + iv')(a D_t v + a' D_t v') + i(D_t v + i D_t v')(a'v - av'),$$

qui est une identité.

» Passons à l'égalité $Va'' = Av'' + i D_t A$; il suffit d'y remplacer les quantités V, v'', $D_t A$ par leurs expressions en A, B, C, p, q, r, ce qui donne

$$(Ap + Bq + Cr)a'' = A(a''p + b''q + c''r) + i(Br - Cq),$$

et par conséquent encore une identité, en l'écrivant ainsi :

$$q(Ba'' - Ab'' + iC) + r(Ca'' - Ac'' - iB) = 0.$$

Enfin les équations $iAD_t c'' = Cp + i D_t C a''$, $iAD_t b'' = Bp + i D_t B a''$ des systèmes III et IV conduisent, par un calcul semblable, en se servant des expressions de $D_t c''$ et $D_t b''$, aux mêmes égalités

$$Ab'' - Ba'' = iC, \quad Ac'' - Ca'' = -iB;$$

elles se trouvent donc encore vérifiées; or toutes les autres équations, dans les quatre systèmes, se démontreraient de même, ou se déduisent de celles que nous venons d'établir par un simple changement de lettres.

» XXIV. J'applique maintenant ces résultats au cas où il n'y a point de forces accélératrices, et je pose à cet effet $p = \alpha a''$, $q = \beta b''$, $r = \gamma c''$, $v'' = \delta$, ce qui donne d'abord

$$\Delta = \alpha^2 a'' D_t a'' + \beta^2 b'' D_t b'' + \gamma^2 c'' D_t c'' = (\alpha - \beta)(\beta - \gamma)(\gamma - \alpha) a'' b'' c''.$$

Ayant ensuite $D_t p - a'' D_t v'' = \alpha(\gamma - \beta) b'' c''$, on voit que, en supprimant le facteur $(\gamma - \beta) b'' c''$, l'équation

$$A\Delta = V(D_t p - a'' D_t v'') + i D_t V D_t a''$$

devient simplement

$$\mathrm{A}a''(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)=\mathrm{V}\alpha+i\mathrm{D}_t\mathrm{V}.$$

Dans les trois autres systèmes, les réductions sont encore plus faciles, et nous nous trouvons ainsi amenés aux relations suivantes :

I.

$$\mathrm{A}a''(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)=\mathrm{V}\alpha+i\mathrm{D}_t\mathrm{V},$$
$$\mathrm{A}b''(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)=\mathrm{V}\beta+i\mathrm{D}_t\mathrm{V},$$
$$\mathrm{A}c''(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)=\mathrm{V}\gamma+i\mathrm{D}_t\mathrm{V};$$

II.

$$\mathrm{V}a''=\mathrm{A}\delta+i\mathrm{D}_t\mathrm{A},$$
$$\mathrm{V}b''=\mathrm{B}\delta+i\mathrm{D}_t\mathrm{B},$$
$$\mathrm{V}c''=\mathrm{C}\delta+i\mathrm{D}_t\mathrm{C};$$

III.

$$i\mathrm{C}a''(\alpha-\gamma)=\mathrm{B}\gamma+i\mathrm{D}_t\mathrm{B},$$
$$i\mathrm{A}b''(\beta-\alpha)=\mathrm{C}\alpha+i\mathrm{D}_t\mathrm{C},$$
$$i\mathrm{B}c''(\gamma-\beta)=\mathrm{A}\beta+i\mathrm{D}_t\mathrm{A};$$

IV.

$$i\mathrm{B}a''(\beta-\alpha)=\mathrm{C}\beta+i\mathrm{D}_t\mathrm{C},$$
$$i\mathrm{C}b''(\gamma-\beta)=\mathrm{A}\gamma+i\mathrm{D}_t\mathrm{A},$$
$$i\mathrm{A}c''(\alpha-\gamma)=\mathrm{B}\alpha+i\mathrm{D}_t\mathrm{B}.$$

La question est maintenant d'obtenir quatre fonctions A, B, C, V, qui vérifient à la fois ces douze équations. Nous ferons un premier pas vers notre but, par un changement d'inconnues, en posant

$$\mathrm{A}=\frac{i\mathfrak{a}}{k\,\mathrm{cn}\,\omega},\quad \mathrm{B}=\frac{\mathrm{dn}\,\omega\,\mathfrak{b}}{k\,\mathrm{cn}\,\omega},\quad \mathrm{C}=-\frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathfrak{c}}{\mathrm{cn}\,\omega},\quad \mathrm{V}=-in\mathfrak{v};$$

nous prendrons aussi la quantité u pour variable indépendante à la place de t; enfin, en employant les expressions de a'', b'', c'', on trouvera les transformées suivantes de nos équations :

I.

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{a}=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{v}-\mathrm{D}_u\mathfrak{v},$$
$$k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{b}=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{v}-\mathrm{D}_u\mathfrak{v},$$
$$i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{c}=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{v}-\mathrm{D}_u\mathfrak{v};$$

II.

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{b}=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{c}-\mathrm{D}_u\mathfrak{c},$$
$$k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{c}=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{a}-\mathrm{D}_u\mathfrak{a},$$
$$\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{a}=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{b}-\mathrm{D}_u\mathfrak{b};$$

III.

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{v}=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{a}-\mathrm{D}_u\mathfrak{a},$$
$$k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{v}=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{b}-\mathrm{D}_u\mathfrak{b},$$
$$i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{v}=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{c}-\mathrm{D}_u\mathfrak{c};$$

IV.

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{c}=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{b}-\mathrm{D}_u\mathfrak{b},$$
$$k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{a}=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{c}-\mathrm{D}_u\mathfrak{c},$$
$$i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{b}=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{a}-\mathrm{D}_u\mathfrak{a}.$$

» Je ne m'arrêterai point aux calculs faciles qui donnent ces résultats, et je remarque immédiatement qu'il convient de les disposer dans ce nouvel ordre, à savoir :

$$\begin{aligned}
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{a} &= \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{d} - \mathrm{D}_u\mathfrak{d}, & k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{a} &= \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{c} - \mathrm{D}_u\mathfrak{c}, & i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{a} &= \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{b} - \mathrm{D}_u\mathfrak{b},\\
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{b} &= \frac{i\beta}{n}\mathfrak{c} - \mathrm{D}_u\mathfrak{c}, & k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{b} &= \frac{i\beta}{n}\mathfrak{d} - \mathrm{D}_u\mathfrak{d}, & i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{b} &= \frac{i\beta}{n}\mathfrak{a} - \mathrm{D}_u\mathfrak{a},\\
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{c} &= \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{b} - \mathrm{D}_u\mathfrak{b}, & k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{c} &= \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{a} - \mathrm{D}_u\mathfrak{a}, & i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{c} &= \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{d} - \mathrm{D}_u\mathfrak{d},\\
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{d} &= \frac{i\delta}{n}\mathfrak{a} - \mathrm{D}_u\mathfrak{a}, & k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{d} &= \frac{i\delta}{n}\mathfrak{b} - \mathrm{D}_u\mathfrak{b}, & i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{d} &= \frac{i\delta}{n}\mathfrak{c} - \mathrm{D}_u\mathfrak{c}.
\end{aligned}$$

Par là se trouvent mises en évidence trois substitutions remarquables, qui correspondent aux multiplications des quatre fonctions par $\mathrm{cn}\,u$, $\mathrm{sn}\,u$, $\mathrm{dn}\,u$, à savoir :

$$\begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{d}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{a}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}, & \mathfrak{a}, & \mathfrak{b}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{b}, & \mathfrak{a}, & \mathfrak{d}, & \mathfrak{c}\end{pmatrix};$$

elles ont la propriété caractéristique de laisser invariables les quantités du type $(\mathfrak{a}-\mathfrak{b})(\mathfrak{c}-\mathfrak{d})$, et, si on les applique deux fois, chacune d'elles donne la substitution identique. Représentons les quatre lettres $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{d}$ par X_s pour les valeurs 0, 1, 2, 3 de l'indice, en convenant de prendre cet indice suivant le module 4; elles s'expriment comme il suit :

$$\begin{pmatrix}\mathrm{X}_s\\ \mathrm{X}_{3-s}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathrm{X}_s\\ \mathrm{X}_{2+s}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathrm{X}_s\\ \mathrm{X}_{1-s}\end{pmatrix}.$$

» Si l'on adopte un autre ordre, en supposant que Z_s donne $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{d}$ pour $s = 0, 1, 2, 3$, on retrouvera encore, sauf un certain échange, les mêmes fonctions de l'indice, à savoir :

$$\begin{pmatrix}\mathrm{Z}_s\\ \mathrm{Z}_{2+s}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathrm{Z}_s\\ \mathrm{Z}_{1-s}\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}\mathrm{Z}_s\\ \mathrm{Z}_{3-s}\end{pmatrix}.$$

C'est cette disposition qu'il convient de garder, et semblablement nous désignerons les constantes $\frac{i\gamma}{n}, \frac{i\alpha}{n}, \frac{i\beta}{n}, \frac{i\delta}{n}$ par ε_s pour $s = 0, 1, 2, 3$; cela étant, nous pouvons comprendre, dans ces trois seules équations, le système de nos douze relations :

$$\text{(I)}\qquad \left\{\begin{aligned}
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathrm{Z}_s &= \varepsilon_s \mathrm{Z}_{2+s} - \mathrm{D}_u \mathrm{Z}_{2+s},\\
k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{Z}_s &= \varepsilon_s \mathrm{Z}_{1-s} - \mathrm{D}_u \mathrm{Z}_{1-s},\\
i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathrm{Z}_s &= \varepsilon_s \mathrm{Z}_{3-s} - \mathrm{D}_u \mathrm{Z}_{3-s},
\end{aligned}\right.$$

» Le résultat relatif aux quantités X_s ne diffère de celui-ci qu'en ce que $ik\,\mathrm{cn}\,u$, $k\,\mathrm{sn}\,u$, $i\,\mathrm{dn}\,u$ se trouvent remplacés respectivement par $i\,\mathrm{dn}\,u$, $ik\,\mathrm{cn}\,u$, $k\,\mathrm{sn}\,u$; en désignant $\frac{i\alpha}{n}, \frac{i\beta}{n}, \frac{i\gamma}{n}, \frac{i\delta}{n}$ par η_s pour $s = 0, 1, 2, 3$, nous aurons, en effet,

$$(\text{II})\quad \begin{cases} ik\,\mathrm{cn}\,u\,X_s = \eta_s X_{3-s} - D_u X_{3-s}, \\ k\,\mathrm{sn}\,u\,X_s = \eta_s X_{2+s} - D_u X_{2+s}, \\ i\,\mathrm{dn}\,u\,X_s = \eta_s X_{1-s} - D_u X_{1-s}. \end{cases}$$

Avant d'aller plus loin, je crois devoir montrer comment ces deux systèmes d'équations se ramènent l'un à l'autre, par un changement très-simple de la variable et des constantes.

» Je me fonderai, à cet effet, sur les formules de la transformation du premier ordre

$$\mathrm{cn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{1}{\mathrm{dn}\,u}, \quad \mathrm{sn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{ik\,\mathrm{sn}\,u}{\mathrm{dn}\,u}, \quad \mathrm{dn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{\mathrm{cn}\,u}{\mathrm{dn}\,u},$$

en les écrivant de la manière suivante, où j'ai fait, pour abréger, $l = \frac{ik'}{k}$,

$$\begin{aligned} k'\mathrm{cn}(iku, l) &= -\,\mathrm{dn}(u - K + 2iK'), \\ l\,\mathrm{sn}(iku, l) &= +\,\mathrm{cn}(u - K + 2iK'), \\ \mathrm{dn}(iku, l) &= -\,\mathrm{sn}(u - K + 2iK'). \end{aligned}$$

» Changeons, en effet, u en $u - K + 2iK'$, et désignons par Z'_s ce que devient ainsi Z_s; les équations (I) donneront celles-ci :

$$\begin{aligned} ikl\,\mathrm{sn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{2+s} - D_u Z'_{2+s}, \\ -\,k'\,\mathrm{cn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{1-s} - D_u Z'_{1-s}, \\ -\,ik'\,\mathrm{cn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{3-s} - D_u Z''_{3-s}. \end{aligned}$$

Soit encore Z''_s le résultat de la substitution de $\frac{u}{ik}$, au lieu de u, on trouvera, si l'on remarque que $il = -\frac{k'}{k}$,

$$\begin{aligned} l\,\mathrm{sn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik} Z''_{2+s} - D_u Z''_{2+s}, \\ i\,\mathrm{dn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik} Z''_{1-s} - D_u Z''_{1-s}, \\ il\,\mathrm{cn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik} Z''_{3-s} - D_u Z''_{3-s}, \end{aligned}$$

nous sommes donc ainsi ramenés aux équations (II), en y remplaçant les constantes η_s par $\frac{\varepsilon_s}{ik}$, ce qui entraîne le changement de k en l.

» Je vais montrer maintenant comment la théorie des fonctions elliptiques donne la solution de ces nouvelles équations auxquelles nous a conduis le problème de la rotation. »

CHIMIE. — *Sur les affinités relatives et déplacements réciproques de l'oxygène et des éléments halogènes, combinés avec les corps métalliques.* Note de M. BERTHELOT.

« Dressons le tableau des quantités de chaleur dégagées par un même élément métallique, uni soit à l'oxygène, soit au chlore, soit au brome gazeux, soit à l'iode gazeux, pour former des composés anhydres et solides, de l'ordre des sels proprement dits [1]:

	O = 8.	Cl = 35,5.	Br = 80.	I = 127.
Potassium : K........	< 69,8 [2]	104,6	99,0	85,2
Sodium : Na.........	< 67,8 [2]	97,7	90,6	74,1
Calcium : Ca.........	65,7	84,8	75,6	59,1
Strontium : Sr.......	65,7	92,3	83,5;	voisin de 67
Magnésium : Mg......	voisin de 74,5 [3]	75,5;	voisin de 70;	voisin de 54
Manganèse : Mn......	voisin de 47,4 [3]	56,0;	voisin de 50;	voisin de 36
Fer (protosels) : Fe....	voisin de 34,1 [3]	41,0	»	»
Zinc : Zn............	42,7	48,6	43,6	29,6
Cadmium : Cd........	voisin de 32,8 [3]	46,6	41,7	27,5
Plomb : Pb..........	25,1	41,4	36,2	25,2
Cuivre (protosels) : Cu^2.	20,4	32,9	29,0	21,7
Mercure (persels) : Hg.	15,3	31,6	29,3	22,6
Argent : Ag..........	3,0	29,4	26,7	19,2

» Ces nombres sont rapportés à la température ordinaire; si on préfère les rapporter à une température de 400 ou 500 degrés, les composés étant supposés demeurer solides et les composants gazeux, les nombres éprou-

---

[1] Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1878, p. 526-543; les nombres relatifs aux bromures et iodures y sont rapportés au brome liquide et à l'iode solide.

[2] Ce nombre se rapporte à la formation de l'hydrate, laquelle comprend en plus l'union de HO avec l'oxyde : réaction qui doit dégager au moins 8 à 10 Calories, d'après les analogies tirées des terres alcalines.

[3] Ce nombre comprend la chaleur d'hydratation de la base, quantité qui paraît minime d'après les analogies tirées des oxydes de zinc (— 1,4) et de plomb (+ 1,2).

veront de légères variations; l'étendue de ces variations étant telle que l'écart thermique entre la formation d'un oxyde et celle d'un sel halogène sera accrue de + 1,0 à + 0,8, en moyenne, au profit de l'oxyde. Nous envisagerons d'ailleurs les réactions, autant que possible, dans les limites de température où les composés binaires qui y figurent n'éprouvent point de décomposition propre ou de dissociation.

» I. *D'après ces nombres, le chlore gazeux doit décomposer tous les oxydes métalliques anhydres* compris dans le tableau, avec formation de chlorures métalliques et d'oxygène gazeux. C'est ce que l'expérience vérifie, pourvu que l'on détermine la réaction en élevant la température.

» La même réaction a lieu également avec les oxydes d'or, de platine, etc., conformément à des prévisions analogues; mais ces métaux n'ont pas été compris dans le tableau, parce que leurs oxydes sont facilement décomposables par la chaleur seule, c'est-à-dire par une énergie étrangère qui agit dans le même sens que l'affinité et dont les effets ne peuvent, dans ce cas, en être séparés avec certitude. L'existence d'une décomposition analogue, quoique plus limitée, a fait exclure aussi du tableau les composés ferriques, cuivriques et mercureux.

» Ajoutons enfin que les oxydes terreux et plusieurs autres absorbent déjà à froid le chlore, en formant des hypochlorites et autres composés secondaires; composés dont la formation est rendue possible par l'excès d'énergie que le système chlore et métal possède, par rapport au système métal et oxygène. Mais, à une température suffisamment haute, ces composés peu stables sont détruits. Au delà de ce degré de température, la réaction se réduit à une substitution directe du chlore à l'oxygène.

» La *substitution contraire,* c'est-à-dire celle du chlore par l'oxygène, peut avoir lieu avec divers métaux et métalloïdes, qui forment des chlorures acides, tels que le phosphore, le silicium, etc.; elle s'explique par des raisons thermiques semblables, et fournit dès lors une confirmation nouvelle de la théorie, quoique avec des complications spéciales dues à la dissociation, aux condensations moléculaires et à la multiplicité des composés et des équilibres possibles. J'y reviendrai prochainement.

» Mais il me paraît intéressant de signaler, dès aujourd'hui, *certains déplacements du chlore par l'oxygène,* attribuables à la formation d'oxydes non équivalents aux chlorures décomposés : tel est le cas du chlorure manganeux. Sa chaleur de formation (56) surpasse celle de l'oxyde manganeux (47); mais elle est surpassée à son tour par celle du bioxyde (58) : le déplacement direct du chlore par l'oxygène doit donc être possible.

En effet, le chlorure manganeux anhydre, chauffé fortement dans un matras de verre, au sein d'une atmosphère d'oxygène sec, dégage du chlore et forme un oxyde manganique, probablement identique avec l'oxyde obtenu par la calcination du bioxyde, et dont la chaleur de formation doit être voisine de celle du bioxyde, si même elle ne la surpasse.

» II. *Le brome gazeux doit décomposer presque tous les oxydes métalliques* compris dans le tableau, avec formation de bromures métalliques et d'oxygène libre; ce qui est conforme à l'expérience générale des chimistes : il suffit de chauffer ces oxydes dans la vapeur de brome.

» La *substitution inverse,* c'est-à-dire celle du brome par l'oxygène, doit cependant se produire avec certains métaux et métalloïdes; plus aisément même que celle du chlore par l'oxygène, la chaleur dégagée par le brome, dans son union avec un même élément, étant moindre que celle du chlore, pour tous les cas connus. Il est facile en effet de vérifier cette substitution, en chauffant dans un matras d'essayeur une parcelle de bromure d'arsenic dans une atmosphère d'oxygène sec. Dès que la température s'élève vers 400 degrés, le brome se développe et l'oxygène est absorbé. Je reviendrai sur ces substitutions relatives aux bromures acides.

» Dans l'ordre même des métaux proprement dits, l'*oxygène et le brome doivent se faire équilibre* vis-à-vis du zinc, les chaleurs dégagées étant à peu près les mêmes vers 400 à 500 degrés. En effet, un courant de gaz oxygène sec dégage le brome gazeux du bromure de zinc, chauffé dans un matras jusqu'à volatilisation ; mais la réaction est incomplète. Avec le bromure de magnésium anhydre, même réaction, également conforme aux valeurs thermiques les plus probables. Avec les bromures de potassium, de sodium, de baryum, de calcium, d'argent, on n'observe rien d'analogue. Mais le bromure manganeux anhydre est facilement décomposé par le gaz oxygène sec, vers le rouge sombre, avec dégagement de brome et formation d'oxyde manganique; ce qui pouvait être prévu d'après les faits relatifs au chlorure, la chaleur de bromuration des métaux étant toujours moindre que la chaleur de chloruration.

» III. Les déplacements réciproques entre l'oxygène gazeux et l'iode gazeux méritent une attention toute particulière. En effet, les prévisions déduites des nombres du tableau sont très-propres à permettre la discussion de la théorie, en raison de leur diversité : les réactions prévues d'après le signe de la chaleur dégagée devant être contraires, suivant la nature des métaux mis en présence des deux éléments électronégatifs.

» 1° *Avec le potassium et le sodium, à une température convenable, l'iode*

doit déplacer complétement l'oxygène: c'est en effet ce que Gay-Lussac (¹) a observé dans son remarquable Mémoire sur l'iode, en opérant avec les oxydes de potassium et de sodium anhydres, au rouge obscur.

Cependant la réaction inverse peut être observée, au moins jusqu'à un certain degré, à une température moins élevée, et dans des conditions spéciales, ainsi que je l'ai montré (²). En effet l'iodure de potassium absorbe l'oxygène vers 400 à 500 degrés, en formant un iodate de potasse basique et un iodure ioduré. Mais ici intervient l'énergie complémentaire due à la réaction de l'oxygène sur l'iodure de potassium, avec formation d'iodate de potasse : réaction qui dégagerait à la température ordinaire $+ 44^{Cal},1$ pour chaque équivalent d'iodure changé en iodate neutre ; elle est donc conforme au principe du travail maximum. Cette énergie peut concourir d'ailleurs au déplacement simultané d'une certaine dose d'iode par l'oxygène ; car elle surpasse tout écart vraisemblable entre les chaleurs de formation de l'iodure de potassium et de l'oxyde de potassium.

» Il est en effet facile de s'assurer qu'un courant d'oxygène sec dirigé sur de l'iodure de potassium, chauffé fortement dans un petit matras, forme un composé brun, capable de dégager de l'iode ; quoique la dernière réaction soit infiniment moins prononcée qu'avec les iodures métalliques proprement dits. L'iodure de sodium se comporte de même.

» La formation de l'iodate et des composés secondaires qui en dérivent dans ces conditions est accompagnée, comme je l'ai montré, de phénomènes de dissociation, dans lesquels l'oxygène et l'iode se font équilibre. Mais fait-on disparaître cette complication, en opérant à une température telle que l'iodate cesse d'exister, et, par conséquent, de pouvoir se produire, ou bien en faisant intervenir un excès de vapeur d'iode, capable d'entraîner à mesure l'oxygène mis en liberté, on observe les phénomènes reconnus par Gay-Lussac et prévus par notre théorie.

» 2° Au contraire, *avec le calcium et les métaux terreux, l'oxygène doit déplacer l'iode gazeux directement*, d'après les nombres du tableau. C'est ce que l'expérience confirme. Fondons l'iodure de calcium, afin de l'obtenir anhydre, dans une atmosphère inerte, puis laissons-le refroidir. Remplissons le ballon d'oxygène sec par déplacement et chauffons de nouveau : dès que le sel commence à fondre, l'iode se dégage en abondance sous le jet d'oxygène, et l'on peut ainsi parvenir jusqu'à la chaux pure, au bout d'un temps

(¹) *Annales de Chimie*, t. XCI, p. 36, 37 ; 1814.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XII, p. 313.

convenable. C'est une belle expérience de cours. Elle réussit également avec les iodures anhydres de baryum, de lithium et de strontium. Ce dernier résiste mieux que ses congénères; ce qui est conforme aux prévisions, les chaleurs de formation de l'oxyde et de l'iodure vers 500 degrés étant à peu près les mêmes. Cependant, d'après Gay-Lussac, la chaux, la baryte et la strontiane peuvent absorber l'iode sans dégager d'oxygène; sans nul doute, avec formation d'iodate, et suivant une réaction analogue à celle signalée plus haut pour l'iodure de potassium. Mais c'est là une réaction secondaire, dont les produits disparaissent sous l'influence d'une température plus haute, ou d'un excès d'oxygène.

» Le déplacement direct et abondant de l'iode gazeux par l'oxygène réussit de même avec l'iodure de magnésium et avec l'iodure de zinc, dernier corps dont Gay-Lussac avait déjà remarqué la décomposition par l'oxygène. Elle a lieu également bien avec l'iodure de cadmium, beau corps cristallisé et anhydre que l'on se procure aisément dans le commerce.

» L'iodure manganeux sec prend feu dans l'oxygène et brûle comme de l'amadou, en dégageant de l'iode et laissant de l'oxyde manganique.

» Les iodures d'étain et d'arsenic chauffés sont attaqués si énergiquement par l'oxygène, qu'ils prennent feu et brûlent avec une flamme livide, en produisant de l'oxyde stannique et de l'acide arsénieux. MM. Deville et Troost ont déjà observé la combustion de l'iodure d'aluminium; M. Hautefeuille, celle de l'iodure de titane; de même l'iodure de phosphore, etc. Dans toutes ces réactions, il y a substitution directe de l'iode par l'oxygène, avec un dégagement de chaleur conforme aux prévisions générales de la théorie.

» 3° Mais *le signe thermique du phénomène demeure indécis pour l'iodure de plomb, le protoiodure de cuivre* (dans les limites de température des expériences), probablement aussi pour l'iodure de bismuth

» Aussi, circonstance remarquable, voyons-nous reparaître ici ces phénomènes d'équilibre et de dissociation, accompagnés sans doute par la formation de composés secondaires, oxyiodures ou autres, phénomènes qui permettent de déplacer à volonté chacun des éléments par son antagoniste, suivant les proportions relatives mises en présence.

» Par exemple, l'iodure de plomb, l'iodure de bismuth, l'iodure cuivreux, chauffés fortement dans une atmosphère d'oxygène, dégagent de l'iode, quoique avec difficulté, surtout pour les deux premiers. Mais Gay-Lussac avait signalé, dès 1814, les décompositions inverses des oxydes de plomb et de bismuth par l'iode, avec dégagement d'oxygène et forma-

tion d'iodures (*loc. cit.*, p. 37 et 39). Le protoxyde de cuivre absorbe d'abord l'iode, d'après Gay-Lussac, sans dégager d'oxygène : ce qui permet d'expliquer la décomposition de l'iodure cuivreux chauffé par l'oxygène gazeux, en faisant intervenir la formation temporaire d'un oxyiodure.

» 4° Deux métaux seulement restent à examiner sur notre liste, le mercure et l'argent. Pour ces deux métaux, la chaleur de formation des iodures surpasse notablement celle des oxydes. Aussi l'iode déplace-t-il aisément l'oxygène de ces oxydes; tandis que la réaction inverse n'a point été observée. Un jet d'oxygène dirigé sur l'iodure d'argent fondu dans un matras n'en extrait point d'iode. Avec l'iodure de mercure, on n'observe autre chose que les traces d'iode produites par la dissociation spontanée de l'iodure qui se sublime.

» En résumé, les réactions comparées des éléments halogènes et de l'oxygène sur les divers métaux, les déplacements réciproques entre l'iode et l'oxygène en particulier, ne dépendent ni du type, ni des formules atomiques ou autres des combinaisons. Mais elles dépendent, au contraire, des quantités de chaleur dégagées par la combinaison directe des métaux avec chacun des éléments antagonistes pris sous des poids équivalents : la connaissance de ces quantités de chaleur suffit pour prévoir le sens, les particularités et le renversement même des réactions.

» Je rappellerai ici comment j'ai pu déjà prévoir et expliquer, par des considérations analogues, les déplacements réciproques entre les hydracides ([1]), l'eau, l'hydrogène sulfuré ([2]), l'acide cyanhydrique ([3]); entre les corps halogènes et leurs hydracides respectifs ([4]); entre l'acide sulfurique et les acides chlorhydrique ou azotique, opposés dans leurs sels dissous ([5]); etc., etc.

» Tout un ensemble de résultats empiriques, que l'on exposait jusqu'ici sans les prévoir ni les interpréter, se trouve ainsi relié par une théorie claire et précise. Cette théorie déduit les actions réciproques des composés entre eux, et à l'égard des corps simples, d'après la connaissance des quantités de chaleur dégagées dans la formation de chaque composé; pourvu

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 303. — ([2]) Même Recueil, t. IV, p. 186, 194, 198, 494. — ([3]) Même Recueil, 4e série, t. XXX, p. 494. — ([4]) Même Recueil, t. VI, p. 300; t. IV, p. 59 et 506. — ([5]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 514.

que l'on sache *les conditions propres d'existence de ce composé, envisagé isolément,* sous l'état même de corps solide ou gazeux, anhydre, hydraté, ou dissous, avec le degré de stabilité ou de dissociation qui lui est propre, à chaque température et au sein de chaque milieu, c'est-à-dire dans les circonstances exactes où il préexiste, ou bien doit se produire pendant la réaction elle-même. »

CHIRURGIE. — *De l'influence des découvertes de M.* Pasteur *sur les progrès de la Chirurgie.* Note de M. C. **Sédillot.**

« M. Pasteur a démontré que des organismes microscopiques, répandus dans l'atmosphère, sont la cause des fermentations attribuées à l'air qui n'en est que le véhicule et ne possède aucune de leurs propriétés.

» Ces organismes forment tout un monde, composé d'espèces, de familles et de variétés, dont l'histoire, à peine commencée, est déjà féconde en prévisions et en résultats de la plus haute importance.

» Les noms de ces organismes sont très-nombreux (¹) et devront être définis et, en partie, réformés. Le mot *microbe* (²) ayant l'avantage d'être plus court et d'une signification plus générale, et mon illustre ami, M. Littré, le linguiste de France le plus compétent, l'ayant approuvé, nous l'adoptons, sans néanmoins renoncer à ceux en usage, pour la désignation de variétés plus particulièrement étudiées.

» La démonstration des microbes et de leur rôle, dont l'Académie a été juge et témoin, a jeté un rayon de vive lumière dans les obscurités et les fausses et contradictoires appréciations où s'égarait la Chirurgie.

Dès la plus haute antiquité la Médecine a compris et formulé l'influence prépondérante de l'air sur la vie, la santé et les maladies.

» Le temps, malgré les immenses progrès de la Science, n'avait rien changé à ce point de vue jusqu'au moment où les découvertes de M. Pasteur l'ont complétement éclairé et ont profondément modifié l'état de la Chi-

---

(¹) *Synonymie :* microzoaires, microphytes, aérobies, anaérobies, microgermes, micrococci, microzymas, bactéries, bactéridies, vibrions, microdermes, conferves, ferments, monades, animalcules, corpuscules, torules, *penicillium*, *aspergillus*, infusoires, *leptothrix*, *leptothricum*, spores de l'achorium, de favus, de l'oïdium, du muguet, organismes de l'acide tartrique droit et gauche, zymases septiques et septicémiques, etc.

(²) Μικρός, petit; βίος, vie.

rurgie et en particulier le traitement des plaies, comme nous allons le montrer.

» Diverses doctrines, réductibles à une seule ayant pour base : *Les dangers du contact de l'air*, partageaient les chirurgiens. Toutes reposaient sur des observations exactes et touchaient à la vérité, sans l'atteindre, en raison de leurs fausses interprétations et de leurs généralisations prématurées.

» M. Jules Guérin, se fondant sur l'unanimité des médecins, au sujet de l'air considéré comme agent d'insalubrité, d'infection et de pestilence, et ayant constaté, d'autre part, la presque certitude de la guérison des fractures, ruptures, etc., qui ne communiquent pas avec l'air, était arrivé très-justement à proclamer l'innocuité des plaies mises à l'abri de l'air, et avait proposé sa méthode d'opérations sous-cutanées. Cette conception doctrinale, d'une remarquable perspicacité, était légitime, mais on ne pouvait en trouver les moyens d'application avant les découvertes de M. Pasteur.

» D'autres chirurgiens supposaient qu'un poison putride, véritable virus traumatique (sepsine de Bergmann ou septine de Richardson), déterminait les complications infectieuses, sans être parvenus toutefois à en démontrer l'existence ([1]).

» La Chirurgie, malgré son ignorance de la cause réelle et initiale des accidents, ne cessait pas de les étudier directement. Considérant l'étranglement des capillaires, et particulièrement la rétention du pus, comme les plus grands dangers de la Chirurgie, nous avions adopté et appliqué, pendant plus de vingt ans, dans nos cliniques, un mode de pansement que l'on désigne actuellement sous les noms de *pansement ouvert* et de *pansement à l'air*, et qui nous permettait, joint à la méthode à un seul lambeau antérieur ou supérieur dont nous avions généralisé l'emploi, de réduire la plaie au minimun de ses surfaces de suppuration et d'assurer le libre écoulement des liquides qui s'y produisent.

» Nous obtenions ainsi de remarquables succès, qui ont été publiés, mais nous n'étions pas encore satisfait de ces résultats, ne pouvant les rattacher à un principe, ou cause générale, capable d'éclairer les obscurités dont nous restions entouré.

» Les découvertes de M. Pasteur concilièrent subitement les dissidences

---

([1]) Dr J. Chauvel, médecin-major de 1re classe, *De l'action de l'air sur les plaies*, p. 4. In-8, Paris, 1878.

et les contradictions apparentes auxquelles la Chirurgie semblait condamnée et, par leurs clartés, elles s'élevaient à la hauteur d'un principe, dont l'éloquent Secrétaire perpétuel de l'Académie, M. Bertrand, a pu dire, dans son éloge de Lamé :

« Lorsqu'un principe général est reconnu, les applications de la Science en sont les conséquences logiques. On descend alors du principe aux faits partiels. Leur étude devient plus simple et plus complète. Ce qui était obscur est alors éclairé d'une vive lumière, et les doutes disparaissent. »

» L'innocuité et la nocivité de l'air s'expliquaient dès lors facilement par l'absence ou la présence d'organismes infectieux, dont la multiplication et les spécificités rendent certaines localités tellement insalubres que les chirurgiens sont réduits à s'abstenir des plus simples opérations dans les salles où règne la pourriture d'hôpital.

» Le pus, considéré tantôt comme un liquide favorable à la cicatrisation, tantôt comme l'élément le plus redoutable des complications, justifiait ces appréciations contradictoires, selon qu'il était pur ou infecté. Ce liquide, lorsqu'il s'écoule librement, entraîne les microbes dont il peut être chargé et ne produit aucun accident, tandis que, retenu dans quelque anfractuosité des plaies, il y devient putride et souvent mortel par suite de son introduction dans les capillaires. La compression des liquides joue ici un grand rôle et nous la signalons avec insistance pour montrer l'importance de ramener sans cesse la Biologie aux lois physiques.

» La magnifique découverte de la bactéridie charbonneuse par M. Davaine, si habilement confirmée par M. Pasteur, contre les objections de MM. Jaillard, Leplat et Paul Bert; la bactéridie putride, également reconnue par MM. Davaine, Pasteur, Coze et Feltz de Nancy, suffiraient à démontrer, si c'était encore à faire, l'existence de diverses espèces de microbes. La variété de ces infiniment petits est telle, que M. Pasteur a reconnu des vibrions distincts pour les deux acides tartriques droit et gauche, dont la Chimie n'a pas encore montré les différences de composition. Cette multitude d'agents de décomposition reporte la pensée à des forces d'attraction et de répulsion moléculaires, de sympathies et d'antipathies instinctives, dont l'étude mérite la plus sérieuse attention.

» Les découvertes de M. Pasteur expliquent l'emploi, dans le traitement des plaies, des pulvérulents, des styptiques, des baumes, onguents, caustiques, camphre, iode, alcool, et cent autres substances antiseptiques, dont il n'y a plus qu'à comparer les degrés de puissance contre les

microbes, comme barrières à leur contact ou agents de leur destruction. Là est le principe de tous les moyens de traitements préservatifs et curatifs. La Médecine et l'Hygiène s'appliquent à détruire les microbes intérieurement et extérieurement et à augmenter la résistance vitale des opérés, dont la race, la constitution et l'âge ont une grande influence sur les succès et les revers.

» M. Pasteur avait annoncé en 1860 qu'il préparait la voie à l'étude de l'origine des maladies. En 1861, M. le Dr Déclat, qui fut le premier à faire usage de l'acide phénique, dont il avait reconnu et constaté les propriétés antiseptiques, publia à ce sujet un livre qui eut beaucoup de retentissement [1].

En 1867, M. le professeur Lister fit connaître sa méthode d'opérations et de pansements phéniqués, rigoureusement conforme aux indications du principe de M. Pasteur, et, depuis cette époque, il n'a pas cessé de multiplier ses Mémoires sur sa méthode et ses résultats.

» Toute vérité scientifique a besoin de confirmations spéciales selon les applications qu'on veut en faire. Il fallait, pour être utilisé par la Chirurgie, que le principe de M. Pasteur y réalisât les espérances qu'il promettait. Le chirurgien anglais eut ce mérite, qui a fait sa célébrité.

» Je n'ai pas à décrire tous les ingénieux procédés du professeur Lister pour préserver les plaies du contact de l'air. M. Lucas Championière [2] les a très-exactement exposés et en a confirmé les avantages par ses propres succès. Depuis dix ans la Chirurgie tout entière s'est montrée aussi attentive que sympathique à ce mode de pansement, dont les succès s'imposent, aujourd'hui, à ceux-là mêmes qui les mettaient en doute ou en niaient l'efficacité. Le pansement de Lister, dit un de ses adversaires, permet des réunions immédiates admirables, parfois merveilleuses et dignes d'enthousiasme. A ceux qui disent obtenir les mêmes résultats, au moyen d'antiseptiques depuis longtemps en usage, et sans avoir recours à l'acide phénique, ne serait-on pas en droit de demander pourquoi ils ont attendu les exemples de Lister, qu'il leur eût été facile de précéder? On n'arrive jamais, dès les premiers essais d'application d'une méthode, à la simplicité, qui est le dernier terme de l'art. On modifiera sans doute les pansements de Lister, on essayera de

---

(1) Déclat, *Nouvelles applications de l'acide phénique en Médecine et en Chirurgie*. In-8°, Paris, 1865.

(2) *Chirurgie antiseptique*. In-12, Paris, 1876.

nouveaux antiseptiques on cherchera à les approprier aux degrés d'insalubrité des milieux. Le perfectionnement n'est-il pas la loi de l'humanité (¹)?

» Les succès du pansement ouaté de M. Al. Guérin, dans les amputations de la cuisse, malgré les quantités de vibrions qu'on a trouvés dans le pus, tiennent à plusieurs causes. La ouate a prévenu l'ensemencement par l'air de nouveaux microbes et une sorte d'empoisonnement continu à doses croissantes. La distension de la plaie par le coton en a effacé les anfractuosités. La compression uniforme des surfaces, l'immobilité, ont empêché l'étranglement des tissus, leur ulcération et les dangers de la pénétration des microbes dans les lymphatiques et les capillaires veineux. Sans étranglement, sans ulcérations et dans nos conditions habituelles de salubrité, les microbes ne traversent pas les surfaces d'une plaie. Dès les premiers jours de l'opération et pendant la période suppurative, ils sont repoussés par le libre écoulement des liquides, et ne peuvent évidemment en surmonter la force d'impulsion. C'est l'histoire de toutes les plaies simples exposées à l'air, sans complications infectieuses.

» M. Miquel (²), chef de service à l'Observatoire de Montsouris, a constaté, dans ses analyses de l'air, de grandes différences, dans le nombre et la variété des microbes selon les saisons, les jours de sécheresse, de pluie et d'orages, et l'ancienne Chirurgie avait certainement tenu compte de ces influences, dans le choix des saisons propices aux opérations. Les cultures dans les liqueurs de Cohn, de Raulin, de Pasteur ont montré que certaines espèces de microbes, « l'*Aspergillus niger*, entre autres, n'ont jamais été » trouvées parmi les conserves ensemencées par le passage d'une quantité » d'air déterminée. Cependant, pour se procurer ce cryptogame, il suffit » d'exposer à l'air une tranche de pain humide, et l'on ne tarde pas à l'y » voir croître. »

« Ce fait explique parfaitement la variété des accidents dont les plaies peuvent être le siége, en raison des nombreuses circonstances qui les modifient et les rendent plus ou moins propices au développement et à la multiplication de microbes différents. Il serait très-rationnel d'instituer des appareils d'analyse de l'air dans les hôpitaux, dont on apprécierait ainsi journellement les degrés de salubrité et d'infection.

(¹) C. Sédillot, *Du relèvement de la France*. In-8, Paris, 1874.
(²) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an* 1878, p. 513.

» Parmi les espérances qu'inspire l'application des découvertes de M. Pasteur au traitement des plaies, nous plaçons la réunion immédiate des os, dans les résections articulaires, et leur transformation fibreuse, sans suppuration, à la suite des amputations. J'avais pratiqué vers 1836, à l'hopital du Val-de-Grâce, une amputation de l'extrémité du premier métacarpien et la plaie s'était fermée en quelques jours par adhésion immédiate. L'examen anatomique du moignon de l'opéré, mort subitement de lésion interne, montra l'os isolé sans adhérences, sans traces d'inflammation ni de suppuration. J'ai constamment, depuis cette époque, rappelé cette observation que je regardais comme un *fait d'attente*. On peut juger de ma satisfaction de voir, après quarante ans d'attente, ce fait parfaitement expliqué et compris et sur le point d'être pratiquement généralisé.

» Les opérations que l'on osait à peine entreprendre avant la méthode de pansement de M. Lister donnent aujourd'hui de nombreux succès, dont l'on ne peut encore prévoir le terme.

» M. Eug. Bœckel, mon ancien collègue, et l'un des meilleurs chirurgiens de notre temps, m'a dernièrement adressé quatre observations que je cite sommairement :

« AMPUTATIONS DE LA CUISSE. — Herbert, Louis, 20 ans. Ostéite chronique de la tête du tibia. Amputation de la cuisse à lambeau antérieur le 23 mai 1877. Suture du lambeau. Ligatures et drainage au catgut. Le moignon reste enveloppé de ouate salicylée les cinq premiers jours; puis pansement journalier à la mousseline phéniquée. Le onzième jour le blessé se lève et marche avec des béquilles. La plaie est entièrement guérie, sauf deux fistulettes laissées par le drainage.

» Gress, Marie, 16 ans. Ostéosarcome du fémur droit avec fracture spontanée. Amputation de la cuisse le 3 septembre 1877 à lambeau antérieur. Même pansement. Aucune élévation de température. La malade se lève guérie le quatorzième jour.

» CANCERS DU SEIN. — Dorothée Bauer, 38 ans. Excision, le 26 juillet 1875, de toute la glande mammaire et de nombreux ganglions axillaires conglobés. Quinze ligatures au catgut, suintement assez abondant de sérosité le premier jour. La plaie, de $0^m,20$ de longueur, est réunie le troisième jour et est restée depuis réunie, sans une goutte de pus.

» M[me] X., 52 ans. Excision de la mamelle gauche et de ganglions axillaires, le 4 juillet 1876. Vingt ligatures artérielles au catgut. Réunion absolue et persistante après un suintement séreux le premier jour. »

» M. E. Bœckel ajoute qu'il lui eût paru insensé, il y a peu d'années, de croire possibles et de tenter de pareilles guérisons, et que, s'il n'en obtient pas toujours d'aussi rapides et de si heureuses, il en trouve habituelle-

ment les causes dans quelques défauts de précautions dont il n'hésite pas à s'accuser. La voix de M. E. Bœckel n'est pas isolée; elle retentit de toutes parts : c'est la voix de la vérité et du progrès.

» Nous aurons assisté à la conception et à la naissance d'une Chirurgie nouvelle, fille de la Science et de l'art, qui ne sera pas une des moindres merveilles de notre siècle et à laquelle les noms de Pasteur et de Lister resteront glorieusement attachés. »

M. d'Abbadie demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Les faits et la théorie cités par M. Sédillot me rappellent ce que j'ai observé à Muçaww'a, sur le rivage de la mer Rouge, ainsi que dans les environs de cette ville. De même que sur la côte opposée de cette mer, on y rencontre souvent cet ulcère chronique qui suit ordinairement la moindre plaie reçue au-dessous du genou, et qu'on appelle *plaie du Yemen*, d'après la contrée de l'Arabie où elle a d'abord été observée. Les indigènes de cette région africaine professent la maxime que, pour être guérie, une plaie doit rester en contact avec l'air. Des furoncles, causés peut-être par la chaleur qui est très-forte à Muçaww'a, s'étant développés sur mes jambes, se changèrent tous en plaies du Yemen. J'en eus sept à la fois pendant plus de trois mois et deux de ces ulcères étaient toujours plus douloureux et grandissaient à vue d'œil, tant que je les tenais à l'abri de l'air. L'opinion des indigènes a donc été ainsi confirmée. Si des observations spéciales viennent à son appui, il faudra en conclure que l'air de ces régions ne contient pas de microbes. Ce résultat serait des plus intéressants à prouver. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans les combinaisons chimiques*. Note de M. Favé.

« L'explication que j'ai donnée des phénomènes photochimiques, des propriétés différentes appartenant à des corps de même composition, et enfin d'un cristal, si petit qu'il soit, déterminant la formation immédiate des cristaux identiques qui se séparent de leur dissolution, me dispense de passer en revue les combinaisons chimiques qui s'opèrent à l'aide de la chaleur. Je me bornerai à faire remarquer qu'elles s'expliquent toutes par la communication des mouvements vibratoires, et je supposerai cela admis pour indiquer les enseignements qu'on en doit tirer.

» Pour augmenter la température d'un corps et par conséquent la force

vive dont il est doué, on agit sur lui, d'après les procédés en usage, par des mouvements vibratoires nombreux et indéterminés, sans savoir si ces mouvements sont en concordance ou en discordance avec les vibrations du corps à échauffer. Il résulte de là, souvent, des effets tout autres que ceux qu'on cherche, et une limite trop étroite à la température produite. On conçoit aisément quel intérêt aurait la Chimie à n'introduire, dans chaque cas, que les mouvements utiles à la nouvelle combinaison. On est ainsi amené à penser que la Physique devra s'occuper du soin de reconnaître quelles sont les vibrations constitutives de tous les corps, de chercher le moyen d'isoler chaque vibration, de la produire à volonté, et d'en augmenter l'intensité suivant les besoins. Par des progrès de cette nature, la Physique arriverait à développer des phénomènes qui sont de son ressort, et elle donnerait à la Chimie des moyens d'action qui ne sauraient manquer d'être féconds. Je placerai ces vues, qui pourraient sembler empreintes d'exagération ambitieuse, sous l'égide du génie de Fresnel, en empruntant à ses œuvres les deux citations qui suivent :

« Quel que soit au reste le système qu'on adopte sur la production de la lumière et de la chaleur, on ne peut pas mettre en doute les vibrations continuelles du calorique et des particules des corps : la force et la nature de ces vibrations doivent avoir une grande influence sur tous les phénomènes qu'embrassent la Physique et la Chimie, et il me semble qu'on en a trop fait abstraction jusqu'à présent dans l'étude de ces deux sciences. »

» Voici la même pensée avec des développements donnant aux conclusions que j'ai présentées un appui très-explicite :

« Si la lumière n'est qu'un certain mode de vibrations d'un fluide universel, comme les phénomènes de la diffraction le démontrent, on ne doit plus supposer que son action chimique sur les corps consiste dans une combinaison de ses molécules avec les leurs, mais dans une action mécanique que les vibrations de ce fluide exercent sur les particules pondérables, et qui les oblige à de nouveaux arrangements, à de nouveaux systèmes d'équilibre plus stable pour l'espèce ou l'énergie des vibrations auxquelles elles sont exposées. On voit combien l'hypothèse que l'on adopte sur la nature de la lumière et de la chaleur peut changer la manière de concevoir leurs actions chimiques, et combien il importe de ne pas se méprendre sur la véritable théorie, pour arriver enfin à la découverte des principes de la Mécanique moléculaire, dont la connaissance jetterait un si grand jour sur toute la Chimie. Si quelque chose doit contribuer puissamment à cette grande découverte et révéler les secrets de la constitution intérieure des corps, c'est l'étude approfondie des phénomènes de la lumière. »

» J'ai indiqué, du moins je l'espère, la voie à suivre pour parvenir au but que Fresnel a signalé.

» En résumé, les hypothèses qui ont servi, dans mes Communications précédentes, à expliquer de nombreux phénomènes de la Physique et tous ceux de la Chimie, se résument ainsi :

» 1° Les éléments de la matière pondérable exécutent incessamment des vibrations courtes et rapides qui échappent à la vue.

» 2° Ces vibrations communiquent leur mouvement à l'éther, y forment des ondes dont les longueurs sont proportionnelles aux durées des vibrations et qui se propagent toutes uniformément avec la même vitesse.

» 3° Les ondes de l'éther renforcent les vibrations des corps sur lesquels elles tombent, toutes les fois qu'il y a concordance.

» 4° Les ondes de l'éther se propagent, se rencontrent et se croisent en conservant chacune son individualité et son influence propre; chaque élément de l'éther ne faisant qu'obéir à la résultante des forces appliquées au même moment sur chacun de ses points.

» 5° Les ondes de l'éther produisent, d'après leur longueur et leur intensité, et aussi d'après le système vibratoire du corps qu'elles frappent, soit des effets calorifiques, soit des effets lumineux, soit des effets chimiques. Ces trois effets peuvent être soit séparés, soit réunis tous ensemble ou deux à deux.

» La première de ces hypothèses, intimement liée à la découverte de Meyer, semble devoir être désormais à l'abri de toute contestation, puisque nous ne connaissons pas la matière sans chaleur et partant sans mouvement. La seconde est assise de même sur une base solide, depuis qu'on a pu mesurer les longueurs des ondes comprises dans toute l'étendue du spectre. La troisième trouve son point d'appui dans les effets dynamiques produits par la chaleur rayonnante, mais j'y ai ajouté la condition de la concordance comme étant nécessaire à l'action réciproque des vibrations et des ondes. La quatrième n'est que l'extension à l'éther de ce qui a lieu dans l'air pour les ondes sonores, et la cinquième est admise aujourd'hui par les physiciens.

» L'éther a été longtemps considéré comme une substance immatérielle n'ayant rien de commun avec les corps pondérables. Ce préjugé domine encore, sans qu'on s'en aperçoive, quand on parle du vide comme d'un espace où il n'y a rien, alors qu'on le sait occupé par l'éther. On s'appuie, pour considérer l'éther comme purement idéal, sur ce qu'il y aurait d'inconciliable dans deux propriétés dont il paraît doué, une très-grande élasticité et une très-petite densité. Mais, quand on considère que le gaz hydrogène, dont la densité, à pression égale, est le seizième de celle de l'oxygène, est doué d'une élasticité quatre fois plus grande, on voit qu'un accrois-

sement d'élasticité se concilie déjà, dans la matière pondérable, avec une diminution de densité.

» Si l'on voulait chercher à se rendre compte de ce que pourrait être la densité de l'éther relativement à celle de l'oxygène au moyen du rapport qu'il y a entre les vitesses de propagation des ondes dans la substance et dans le gaz, on aurait à prendre pour données la vitesse du son dans l'oxygène, qui est en nombre rond de 320 mètres par seconde, et la vitesse de la lumière dans l'éther, qui est de 320000000 de mètres. Le rapport des vitesses étant de 1 à 1000000, le rapport inverse des carrés des vitesses, celui des densités, serait donc suivi de douze zéros, c'est-à-dire 1000000000000 à 1. Ainsi la densité de l'oxygène à la pression de 760 millimètres de mercure serait un million de millions de fois celle de l'éther. Malgré cela, la masse de l'éther contenue dans l'étendue de notre système solaire n'en serait pas moins beaucoup plus grande que celle de la matière pondérable.

» Quand une onde de l'éther ayant 320 millioniêmes de millimètre de longueur transmettra sa force vive à la matière pondérable, le nombre par lequel nous l'exprimerons sera très-petit sans doute ; mais cette force vive sera multipliée, pour la durée d'une seconde, par un nombre si grand que déjà elle deviendra notable. La grande distance entre les densités est en quelque sorte compensée par la promptitude avec laquelle l'effort se reproduit. En fait, la densité de l'éther, si petite qu'elle soit par rapport à celle de l'oxygène, est appréciable numériquement, et cela suffit. Nous pouvons même ajouter que l'éther exerce sans doute dans l'univers une influence plus grande encore. On peut prévoir que la science découvrira, à une époque qui n'est peut-être pas très-éloignée, l'influence de cette substance si longtemps ignorée sur les lois qui régissent les mondes dans leur immensité et la matière dans ses plus petits éléments. »

ACOUSTIQUE. — *Sur le phonographe de* M. Édison. Note de M. du Moncel.

« Le phonographe de M. Edison, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a pour but, non-seulement d'enregistrer les vibrations déterminées par la voix dans un téléphone, mais encore d'utiliser les traces produites à la reproduction phonétique des sons ou des paroles qui les ont provoquées.

» Pour obtenir ce résultat, M. Édison adapte devant un cylindre enregistreur, mis en mouvement d'une manière quelconque, une lame vibrante de téléphone, qui porte, par l'intermédiaire d'un support en caoutchouc,

une pointe traçante soutenue d'autre part par une lame de ressort qui lui donne la roideur et l'élasticité convenables pour se prêter à la fois à la transmission et à la réception (¹). Le cylindre, dont l'axe est muni d'un pas de vis pour lui faire accomplir un mouvement de translation suivant son axe, en même temps que s'effectue son mouvement de rotation, présente à sa surface une petite rainure hélicoïdale, dont le pas est exactement celui de la vis qui fait avancer le cylindre, et la pointe téléphonique s'y trouvant une fois engagée peut la parcourir dans toute sa longueur. Une feuille de papier d'étain ou de cuivre très-mince est appliquée exactement sur cette surface cylindrique, et doit y être un peu déprimée, afin d'y marquer légèrement la trace de la rainure et de placer convenablement la pointe de la lame du téléphone. Celle-ci, d'ailleurs, appuie sur cette feuille sous une pression susceptible d'être réglée.

» Quand l'appareil est ainsi disposé, il suffit de parler fortement devant la lame téléphonique et de tourner rapidement le cylindre, pour qu'aussitôt les vibrations de la lame se trouvent enregistrées sur la feuille d'étain par une multitude de petits gauffrages imperceptibles et plus ou moins profonds, qui sont distribués tout le long de la rainure. Or ces gauffrages ont un relief suffisant pour que, repassant sous la pointe traçante de la lame téléphonique, ils puissent à leur tour faire vibrer celle-ci et lui faire reproduire les paroles ou les sons qui l'avaient d'abord impressionnée. Ces sons, étant amplifiés au moyen d'une sorte de porte-voix, peuvent être entendus à distance de l'instrument et plus distinctement que dans un téléphone ordinaire.

» Par ce système, on peut donc mettre la parole en portefeuille et l'on peut la reproduire dans tel ton qu'il convient suivant la vitesse de rotation que l'on donne au cylindre qui porte la dépêche. Si cette vitesse est la même que celle du cylindre qui l'a enregistrée, le ton des paroles reproduites est le même que celui des paroles qui ont été prononcées. Si elle est plus grande, le ton est plus élevé, et si elle est moins grande, le ton est plus bas; mais on reconnaît toujours l'accent de celui qui a parlé. On peut aussi, en plaçant devant la lame vibrante un téléphone à ficelle, transmettre à distance la parole ainsi produite, et cette transmission peut même être

(¹) Ce support en caoutchouc est nécessaire pour modérer les effets produits sur la pointe traçante par les trop grandes amplitudes des vibrations de la lame téléphonique. Déjà on est obligé d'atténuer un peu celles-ci au moyen de coussins de caoutchouc que l'on place entre la lame et les bords de l'embouchure de l'appareil téléphonique.

effectuée à grande distance par l'intermédiaire d'un téléphone électrique, si l'on adapte à la lame téléphonique qui traduit la parole enregistrée un système de transmission électrique, ou simplement un téléphone ordinaire, pour lequel cette lame téléphonique jouerait le rôle de la voix.

» Comme le raccordement des feuilles d'étain sur un cylindre est toujours assez délicat à effectuer, M. Édison a cherché à obtenir les traces en question sur une surface plane, et il a obtenu ce résultat de la manière la plus heureuse. Dans ce nouveau modèle, la plaque sur laquelle doit être appliquée la feuille d'étain ou de cuivre est creusée d'une rainure hélicoïdale en limaçon dont un bout correspond au centre de la plaque et l'autre bout aux côtés extérieurs, et cette plaque est mise en mouvement par un fort mécanisme d'horlogerie dont la vitesse est régularisée. Au-dessus de cette plaque est placée la lame du téléphone, qui est d'ailleurs disposée comme dans le premier appareil et peut accomplir un mouvement de translation du centre à la circonférence de la plaque. Enfin, quatre points de repère permettent de placer toujours et sans tâtonnement la feuille d'étain dans la véritable position qu'elle doit avoir.

» L'appareil que M. Édison présente à l'Académie a été disposé d'après le premier système, mais les expériences dont l'Académie a été témoin sont suffisantes pour montrer que le problème peut être aussi bien résolu avec le second système, car ce sont les mêmes effets qui sont en jeu. »

PHYSIQUE. — *Sur les applications industrielles de l'électricité.* Note de M. Th. du Moncel.

« En présentant à l'Académie le tome V de mon *Exposé des applications de l'électricité* (troisième édition), qui traite des *applications industrielles de l'électricité*, qu'il me soit permis d'indiquer sommairement à l'Académie les principales de ces applications, afin qu'elle juge des progrès accomplis pendant ces dernières années, dans cette partie si intéressante des sciences appliquées.

» Sans insister sur les applications de l'électricité aux métiers à tisser et à filer la soie, qui ont eu un grand retentissement il y a une vingtaine d'années, nous pourrons signaler en ce moment, dans ce genre d'industrie, celles qui ont été faites aux casse-fils et aux navettes, et qui ont fort bien réussi. Mais c'est surtout aux instruments phonétiques et de précision que l'électricité a prêté le concours le plus efficace et le plus varié, et la des-

cription des différents systèmes qui ont été imaginés comprend près de la moitié de mon volume. C'est ainsi que nous en retrouvons l'emploi dans les grandes orgues, les pianos, les pyrophones, les harmonicas, les métronomes, les *téléphones* de diverses natures, les machines à imprimer, les machines à graver, les appareils de lecture pour les aveugles, les thermomètres, pyromètres, psychromètres, hygromètres, photomètres et actinomètres, les appareils de sondage et de triage, etc., etc. Tantôt nous voyons l'électricité intervenir comme organe avertisseur et régulateur dans les appareils thermométriques, soit pour obtenir une température constante dans un appartement, soit pour prévenir d'un commencement d'incendie, soit pour diriger la cuisson des vitraux peints ou la fabrication de la bougie stéarique; tantôt nous la voyons remplir une action analogue dans son application aux manomètres, soit pour l'entretien du niveau de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur, soit pour régler la pression du gaz dans les tuyaux de distribution, soit pour indiquer les fuites d'eau ou de gaz, soit pour le réglage des mouvements des moteurs, soit pour celui des instruments de précision, tels que sphéromètres, baromètres, piles, etc., etc.

» Les applications aux usages domestiques sont également très-nombreuses, et, parmi elles, j'aurai à citer : les dispositifs qui se rapportent aux sonneries d'appartements, aux indicateurs télégraphiques de service, aux serrures, etc.; les systèmes imaginés pour prévenir les postes de pompiers en cas d'incendies; les machines à voter, dont les systèmes sont aujourd'hui très-variés; les marqueurs électriques, tels que cibles télégraphiques, marqueurs de courses, de bourses, de billards, etc.; les rideaux de théâtre électriques; les plumes électro-autographiques; les bijoux électriques.

» Les électromoteurs, bien que n'ayant pas donné jusqu'ici de bons résultats, ont été combinés de bien des manières, et j'ai dû leur consacrer dans mon livre un chapitre important, en le faisant précéder de considérations théoriques utiles pour ceux qui seraient tentés de se lancer dans cette voie.

» La télégraphie, de son côté, a élargi son cadre, et, aujourd'hui, elle est appliquée dans beaucoup de cas particuliers, par exemple pour les opérations militaires, la prévision du temps, les annonces des inondations et des incendies, les services sémaphoriques, la navigation, la pêche, les recherches de police, les affaires privées, etc., etc.

» Mais l'application la plus curieuse et qui, aujourd'hui, préoccupe beaucoup les esprits, est la lumière électrique. J'ai dû lui consacrer plus de 130 pages dans mon volume. Depuis quelques années, les inventions qui

s'y rapportent se sont succédé avec une telle rapidité, que c'est tout un travail que de les suivre. Aussi ai-je dû étudier séparément tout ce qui se rapporte à la génération de la lumière électrique, aux moyens de la régulariser et de l'employer, à son prix de revient et à ses applications les plus utiles. Ces applications sont plus nombreuses qu'on ne le croit généralement; elles se rapportent à l'éclairage des phares, des navires, aux signaux nautiques de grande portée, aux arts militaires, à l'éclairage des trains de chemins de fer, des galeries de mine, des cavités obscures du corps humain, des gares et des grandes usines ou ateliers, aux travaux sous-marins, aux projections des diverses expériences de Physique, aux représentations théâtrales, etc., etc.

» Comme applications des effets calorifiques de l'électricité, j'aurai à citer celles qui en ont été faites au tir des mines et des torpilles, à l'allumage des becs de gaz et autres corps combustibles, à la mise en action de certains moteurs électro-chimiques, aux opérations chirurgicales, comme moyen de cautérisation, etc., etc.

» Toutes ces applications ont été longuement développées dans le volume que je présente aujourd'hui et qui termine l'ouvrage auquel je travaille depuis sept ans. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre par laquelle le P. Ferrari, astronome adjoint à l'Observatoire du Collége romain, annonce à l'Académie la mort de l'illustre directeur de cet Observatoire, le *P. Secchi*, Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé à Rome le 26 février 1878.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de S. M. don Pedro d'Alcantara, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Cialdi obtient.	41 suffrages.
M. Gould obtient.	2 »

Il y a un bulletin blanc et un bulletin illisible.

M. Cialdi, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques. — Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à l'étude des courbes algébriques.

MM. Puiseux, Hermite, Bonnet, Bouquet, Chasles réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Serret.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Examiner s'il existe, dans la valeur du grand axe de l'orbite qu'une planète décrit autour du Soleil, des inégalités séculaires de l'ordre du cube des masses et, dans le cas où ces inégalités ne se détruiraient pas rigoureusement, donner le moyen d'en calculer la somme, au moins approximativement.

MM. Puiseux, Liouville, Faye, Yvon Villarceau, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Bertrand.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

MM. Fizeau, Jamin, Becquerel, Berthelot, Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Daubrée.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

MM. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages, P. Gervais, réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Daubrée.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Rolland et Mouchez réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Phillips.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

MM. Chasles, Bertrand, Bonnet, Phillips, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Tresca.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation elliptique par réflexion à la surface des corps transparents.* Note de M. A. CORNU.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le phénomène particulier découvert par Brewster dans l'étude optique du diamant et de divers corps très-réfringents, à savoir l'impossibilité de polariser complétement un rayon de lumière naturelle par réflexion, a été pour Cauchy le point de départ de travaux importants qui l'ont conduit à formuler analytiquement les lois du phénomène ; elles sont résumées dans les trois expressions suivantes :

$$\frac{J}{I} = \frac{\cos^2(i+r) + \varepsilon^2 \sin^2 i \sin^2(i+r)}{\cos^2(i-r) + \varepsilon^2 \sin^2 i \sin^2(i-r)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tang} 2\pi \dfrac{\delta'}{\lambda} = \varepsilon \sin i \operatorname{tang}(i+r), \\ \operatorname{tang} 2\pi \dfrac{\delta''}{\lambda} = \varepsilon \sin i \operatorname{tang}(i-r); \end{array} \right.$$

J et I sont les coefficients de réduction par réflexion de la vibration lumineuse incidente suivant qu'elle est parallèle ou perpendiculaire au plan d'incidence ; i et r les angles d'incidence et de réfraction ; $2\pi\frac{\delta'}{\lambda}$ $2\pi\frac{\delta''}{\lambda}$ les différences de phase de la vibration réfléchie avec la vibration incidente, suivant qu'elle est parallèle ou perpendiculaire au plan d'incidence : ε un paramètre, nommé *coefficient d'ellipticité*.

» C'est à M. Jamin qu'on doit d'avoir démontré par une série d'expériences variées l'exactitude des lois proposées par Cauchy : il a de plus montré que, si le phénomène découvert par Brewster est plus apparent et plus intense sur les corps très-réfringents, il est néanmoins général et se présente avec toutes les substances transparentes, quel que soit leur degré de réfringence.

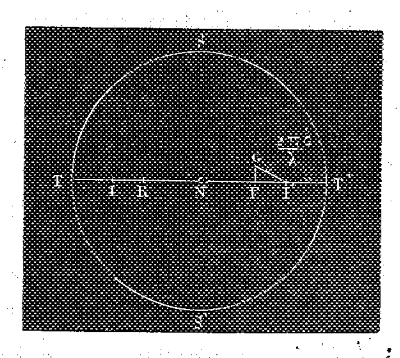
» Les résultats de ces belles recherches théoriques et expérimentales figureraient certainement depuis longtemps dans l'enseignement classique si les lois auxquelles elles conduisent, dégagées de leur expression analytique, pouvaient être mises sous une forme plus directement accessible. Je crois avoir fait un pas important dans cette voie de simplification, en ce qui concerne les différences de phase, par la découverte d'une loi expérimentale, susceptible d'une représentation géométrique extrêmement simple, dont voici l'énoncé, après la description des éléments à considérer.

» La figure ci-jointe représente la projection stéréographique de la surface de cette sphère sur le plan de la surface réfléchissante prise comme

plan du tableau. Le cercle TST'S' est la trace de la sphère sur ce plan : le diamètre TT' représente le plan d'incidence, N la normale au point d'incidence, I la trace du rayon incident, R du rayon réfracté prolongé, I' du rayon réfléchi et F du rayon réfléchi sous l'incidence principale.

» La loi annoncée est la suivante :

» *Si, au point* F *et perpendiculairement au plan d'incidence, on élève un petit arc de grand cercle* FG = b, *caractéristique de la substance réfléchissante, la différence de phase des deux composantes parallèles et perpendiculaires au plan d'incidence de la vibration du rayon réfléchi* I' *est donnée par l'angle* GI'T'.



» Cette construction reproduit la variation bien connue de la différence de phase avec l'incidence; en effet, sous l'incidence rasante, lorsque le rayon réfléchi I' est en T', l'angle GI'T' est sensiblement égal à π, à cause de la petitesse de l'arc FG ; cet angle décroît ensuite en tendant vers $\frac{1}{2}\pi$, qu'il atteint pour l'incidence principale F, et devient sensiblement nul pour l'incidence normale lorsque I' coïncide avec N.

» Le *signe* de la réflexion $\varepsilon < 0$, $\varepsilon > 0$ est également représenté par un élément de la figure, à savoir le sens dans lequel l'arc FG est compté. Le triangle sphérique FGI' donne sans peine pour l'expression analytique de cette loi, en appelant P l'angle d'incidence principale et b l'arc FG,

$$\operatorname{tang}\frac{2\pi\delta}{\lambda}\sin(P - i) = \operatorname{tang} b, \quad \operatorname{tang} b = \text{const.} = H.$$

» J'ai été conduit à cette loi par l'expérience seule et sans avoir égard aux formules de Cauchy ; il est bon de remarquer néanmoins que la différence *numérique* entre les résultats de ces deux expressions doit être beaucoup moindre qu'on ne le croirait au premier abord. En effet, la valeur de $\operatorname{tang}\frac{2\pi\delta''}{\lambda}$ de Cauchy est toujours négligeable, de sorte que $\frac{2\pi\delta'}{\lambda}$ représente à elle seule la différence de phase que j'ai désignée par $\frac{2\pi\delta}{\lambda}$; il en résulte

que $\sin(P - i)$, qui s'annule comme $\cos(i + r)$ pour $i + r = 90°$, joue le même rôle que $\tang(i + r)$ de la formule précitée. On établit donc aisément la concordance approchée des deux formules et la correspondance des paramètres H (ou $\tang b$) et ε :

$$H = \varepsilon \sin^2 P \cos P.$$

» Cette relation est importante au point de vue expérimental, parce qu'elle permet d'obtenir facilement la valeur du coefficient d'ellipticité ε et uniquement par des mesures de différences de phase.

» Je donnerai comme exemple de vérification de cette loi l'étude effectuée sur un bel échantillon de blende transparente, face de clivage (série de mai 1870). Les observations ont été croisées de façon à éliminer certaines erreurs, de sorte que la moyenne seule des deux séries est à considérer. Les différences de phase ont été mesurées avec un compensateur à *teintes plates* de H. Soleil, dont l'usage est plus précis et surtout moins fatigant pour les yeux que le compensateur à franges. Le plan de polarisation du polariseur était à 60 degrés du plan d'incidence :

RÉFLEXION A GAUCHE.

i.	$2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ Obs.	$2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ Calc.	Différence obs.-calc.
77°16′	1°44′	4°26	−2°42′
74.46	5.11	5.51	− 40
72.16	7.16	8.37	− 21
69.46	16.16	16.19	− 3
68.31	29.4	28.44	− 40
67.15	80.16	76.52	+3.24
61.1	145.38	143.0	+2.38
64.46	156.43	161.16	−4.33
62.16	173.17	170.44	+2.33
59.46	175.3	173.51	+1.12

On en déduit

$$P = 67°5', \quad H = 0,0171$$
$$n = 2,366 \quad \text{et} \quad \varepsilon = 0,0415.$$

RÉFLEXION A DROITE

i.	$2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ Obs.	$2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ Calc.	Différence obs.-calc.
72°44′	7°43′	7°3′	+ 40′
70.14	15.13	12.11	+3 2
67.44	35.38	35.48	− 10
67. 6	64. 0	61.45	+2.15
66.29	104. 8	106.14	−2. 6
66.51	133.32	138.45	−5.13
65.14	151.17	153. 5	+1.12
62.44	167.47	169. 7	−1.20
60.14	175. 0	173.25	+1.58

On en déduit

$$P = 66°42', \quad H = 0,0130$$
$$n = 2,322 \quad \varepsilon = 0,0390.$$

» Les différences entre l'observation et le calcul sont relativement faibles, car on doit les rapporter à 360 degrés : la difficulté des mesures ne permet guère de compter sur plus de 1 pour 100 en moyenne comme précision,

» La valeur moyenne de $n = 2,344$ et celle de $\varepsilon = 0,0403$. M. Jamin avait trouvé sur un échantillon de blende $n = 2,371$, $\varepsilon = 0,0296$. La concordance, satisfaisante pour l'indice de réfraction, est moindre pour le coefficient d'ellipticité : mais l'état des surfaces et la couleur de la lumière employée jouent un tel rôle dans ces phénomènes qu'on ne peut établir la concordance des mesures qu'avec l'identité des échantillons et de la lumière.

» En résumé, cette loi, qui numériquement donne sensiblement les mêmes résultats que les formules de Cauchy, a tous les défauts, mais aussi tous les avantages d'une loi empirique : son grand mérite, outre sa simplicité, est de représenter les faits indépendamment de toute théorie ; or, dans le cas présent, ce mérite a quelque importance. La théorie de Cauchy, fondée sur la considération du *rayon évanescent*, n'est pas à l'abri de toute critique; d'autre part, d'après les expériences de M. Jamin, l'interprétation du coefficient d'ellipticité ne rendrait pas compte des phénomènes que présente la réflexion sur des surfaces immergées dans des liquides. La loi que je propose pourra peut-être servir à établir une théorie plus rigoureuse de ces phénomènes. »

PHYSIQUE. — *Note sur les vibrations des liquides ;* par M. **A. Barthélemy.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Faye, Jamin, Resal).

« Les *Comptes rendus* du 4 février contiennent une Note de M. P. Dubois, sur les vibrations transversales des liquides. Je prends la liberté de faire remarquer que, depuis 1872 (¹), j'ai publié sur ce sujet des recherches où se trouvent énoncées les lois que publie aujourd'hui M. P. Dubois, et par des procédés souvent identiques.

» En projetant les plissements formés sur des vases de forme carrée, triangulaire, circulaire et elliptique, pleins de mercure et éclairés par un faisceau lumineux, j'ai institué des expériences que j'ai répétées, soit dans mes cours, soit à la réunion des Sociétés savantes de 1876 (*La Nature*, 1876). Enfin, dans un ouvrage sur les plaques et membranes elliptiques, j'ai consacré un Chapitre aux *plaques liquides elliptiques*.

» On trouvera, dans ces diverses publications, des observations sur le sable du fond de la mer, du bord des rivières, sur l'image de la surface du liquide projetée sur le fond de la rivière, et aussi sur les stries des nuages et de la queue de la comète Coggia (*Comptes rendus*, 1874), qui prouvent que tous les milieux sont susceptibles des divers modes de vibrations régulières. »

(¹) *Comptes rendus*, 1872. *Les Mondes*, de M. l'abbé Moigno, 1872. — *Annales de Chimie et de Physique*, 1874, etc.

M. A. Sarrand adresse une Note relative à l'emploi du sifflet à vapeur, pour éviter les accidents de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. F. Bourrely adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un écrit in-8°, de quelque étendue, de M. *Léon*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, sur la question de l'« Uniformité d'une mesure monétaire », commune aux différentes nations, question dont on s'est occupé en 1867, et qui reviendra sans doute, comme faisant suite à celle du mètre. M. Léon a déjà fait, à cette époque de 1867, deux Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIV et LXV).

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Pola*, par M. Palisa; présentée par M. Yvon Villarceau.

« M. Knorre nous adresse la Lettre suivante :

« Berlin, 1878, mars 2.

» M. Palisa annonce télégraphiquement la découverte d'une planète :

	Temps moyen de Pola.	Ascension droite.	Déclinaison.
1878, Fév. 28........	12^h53^m	$12^h2^m56^s$	$+5°52'$

Mouvement diurne : en ascension droite -52^s; en déclinaison $+8'$; 11ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites par* M. Palisa; présentées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1878.	Temps moyen de Pola.	Ascension droite.	log fact. par.	Déclinaison.	log fact. par.
		(66) Maïa.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 3	13 23 50	11 7 34,64	(9,058)	+ 7 44 10,4	(0,727)
		(182)			
Mars 3	9 24 17	9 57 27,28	−(9,294)	+15 4 12,4	(0,657)
		(184) Palisa.			
Fév. 28	12 53 18	11 2 53,95	(9,713)	+ 5 52 20,0	(0,743)
Mars 3	10 0 45	11 0 42,11	−(9,367)	+ 6 5 9,2	(0,750)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points fondamentaux du réseau de surfaces défini par une équation aux dérivées partielles du premier ordre algébrique, linéaire par rapport à ces dérivées.* Note de M. G. FOURET.

« Considérons l'équation aux dérivées partielles

$$(1)\quad P_0(px+qy-z)^\theta + P_1(px+qy-z)^{\theta-1} + \ldots + P_{\theta-1}(px+qy-z) + P_\theta = 0,$$

dans laquelle on suppose z une fonction de x et y, dont les dérivées partielles sont $\frac{dz}{dx} = p$, $\frac{dz}{dy} = q$, $P_0, P_1, \ldots, P_\theta$ des polynômes en x, y, z, p et q, d'un même degré φ par rapport à l'ensemble des variables x, y, z, d'un degré, par rapport à p et à q, marqué par leur indice, et dont les θ premiers peuvent être réduits à leur terme du plus haut degré, sans restreindre la généralité de l'équation. Toute équation aux dérivées partielles algébrique à trois variables peut être ramenée à ce type. L'équation (1) définit un ensemble de surfaces que j'ai déjà étudié précédemment, sous le nom d'*implexe* (¹), et qui se distingue, au point de vue géométrique, par les deux propriétés suivantes : 1° *les plans tangents, en un point quelconque, aux surfaces qui y passent, enveloppent un cône de classe* θ ; 2° *les points de contact d'un plan quelconque avec celles de ces surfaces qui le touchent forment une courbe d'ordre* φ. J'ai déjà appelé les deux nombres θ et φ les *caractéristiques* de l'implexe.

» Lorsqu'on suppose $\theta = 1$, l'équation (1) se simplifie et peut s'écrire

$$(2)\quad L(px+qy-z) - Mp - Nq + R = 0,$$

L, M, N, R désignant des polynômes en x, y, z de degré φ, dont le premier peut être réduit à ses termes du plus haut degré. Le cône enveloppe des plans tangents, en un point quelconque, aux surfaces de l'implexe qui y passent, se réduit alors à une droite par laquelle passent tous ces plans. En généralisant une dénomination déjà employée, à un point de vue plus restreint, dans la théorie des surfaces algébriques, on peut appeler *réseau* l'ensemble des surfaces définies par l'équation (2). Un pareil réseau jouit de la propriété suivante qui est capitale :

» THÉORÈME. — *Il existe, par rapport à tout réseau général de surfaces de caractéristique* φ, $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points, qui sont ordinairement des points*

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 467 et 689, t. LXXX, p. 167 et 805, t. LXXXII, p. 1328 et 1497, et t. LXXXIV, p. 436.

asymptotiques communs à toutes les surfaces du réseau. Exceptionnellement, ces points peuvent devenir des points de croisement de toutes les surfaces. Ils comprennent également les points singuliers de ces surfaces, s'il en existe.

» Ces points, qu'on peut désigner sous le nom de *points fondamentaux* du réseau, ont pour coordonnées les systèmes de valeurs de x, y, z, qui vérifient l'équation (2), quels que soient p et q : ils sont fournis par le système d'équations

$$(3) \qquad Lx - M = 0, \quad Ly - N = 0, \quad Lz - R = 0.$$

» En supposant $\varphi = 1$, on retrouve, d'après le théorème précédent, les quatre points que j'ai déjà eu l'occasion de signaler, et qui m'ont servi de point de départ dans l'intégration géométrique de l'équation (1), dans le cas où L, M, N et R sont des fonctions linéaires (¹).

» Les points fondamentaux d'un réseau de caractéristique φ ne sont généralement pas indépendants les uns des autres. Ils ne le sont que dans le cas où $\varphi = 1$; il suffit alors de se donner les quatre points fondamentaux, et les valeurs de deux paramètres qui ne sont autres que deux rapports anharmoniques, pour déterminer complétement le réseau des surfaces intégrales de l'équation (2), lequel exige quatorze conditions.

» Lorsque φ est > 1, les $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ points, tout en ayant égard aux relations qui les lient, suffisent complétement à déterminer le réseau des surfaces intégrales qui exige $\frac{(\varphi+1)(\varphi+2)(\varphi+4)}{2} - 1$ conditions. On conçoit, d'après cela, comment *les conditions d'intégrabilité des équations aux dérivées partielles de la forme* (2) *pourront se définir entièrement par les relations de position projectives des points fondamentaux.*

» En laissant φ quelconque, on peut démontrer que les intégrales complètes de l'équation (2), moyennant, bien entendu, certaines conditions entre les coefficients, peuvent affecter l'une des formes comprises dans le type très-général

$$(4) \qquad u_a^\alpha v_b^\beta w_c^\gamma \ldots t_l^\lambda = C,$$

où l'on suppose

$$a\alpha + b\beta + c\gamma + \ldots + l\lambda = 0, \quad a + b + c + \ldots + l = \varphi + 3,$$

u_a, v_b, w_c, ..., t_l désignant des polynômes en x, y, z, d'un degré marqué

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 794.

par leur indice, et α, β, γ, ..., λ désignant des exposants numériques [1]. Le nombre des formes distinctes renfermées dans l'expression générale (4) est égal au nombre des solutions, en entiers positifs, de l'équation

$$x + y + z + \ldots + s = \varphi + 3.$$

» L'étude géométrique des réseaux de surfaces définis par l'équation (2) conduit à quelques conséquences intéressantes. Voici quelques-uns des résultats qu'on obtient :

» I. *Le lieu des points de contact des plans tangents aux surfaces d'un réseau de caractéristique* φ, *menés par une droite quelconque* D, *est une surface* (S) *d'ordre* $\varphi + 1$, *qui passe par la droite* D *et par les* $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points fondamentaux du réseau.*

» II. *Lorsqu'on déplace la droite* D *de toutes les manières possibles dans un plan* (P), *les surfaces* (S) *obtenues, en vertu de la définition précédente, passent toutes par les* $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points fondamentaux, et par une même courbe* C *d'ordre* φ *située dans le plan* (P).

» Si l'on suppose, en particulier, que le plan (P) soit rejeté à l'infini, et que la droite D soit prise successivement à l'intersection de ce plan avec les trois plans $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, on reconnaît que les trois surfaces correspondantes sont celles définies par les équations (3). Ces trois surfaces coupent le plan de l'infini suivant une même courbe, qui est l'intersection de ce plan avec le cône $L = 0$. Plus généralement, si l'on considère une droite située à l'intersection du plan de l'infini et du plan

$$px + qy - z = 0,$$

le lieu (I) correspondant à cette droite a pour équation l'équation (2); toutes les surfaces obtenues, en faisant varier p et q, forment un réseau passant par les points fondamentaux, et coupent le plan de l'infini suivant une courbe d'ordre φ, située sur le cône $L = 0$.

» III. *Lorsque la droite* D *pivote dans le plan* (P) *autour d'un point fixe* O, *les surfaces* (S) *correspondantes forment un faisceau, et correspondent anharmoniquement aux diverses directions de la droite* D. *Elles contiennent toutes le point* O, *en outre des points fondamentaux et de la courbe* C.

» IV. *Les plans tangents aux surfaces d'un réseau de caractéristique* φ, *aux divers points d'une droite* D, *enveloppent une surface gauche dont* φ *nappes se croisent suivant la droite* D. »

---

[1] Dans ma dernière Note (même tome, p. 589), la relation $\alpha + \beta + \gamma + \ldots + \lambda = 0$ doit être remplacée par $a\alpha + b\beta + c\gamma + \ldots + l\lambda = 0$. On a, en particulier, pour la seconde des intégrales (3), (p. 588), $2\alpha + \beta + \gamma = 0$, au lieu de $\alpha + \beta + \gamma = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions transcendantes.* Note de M. É. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Je me propose de rechercher dans cette Note les fonctions uniformes d'une variable z jouissant des propriétés suivantes :

$$f(z+\omega)=f(z),\quad f(z+\omega')=f(z)\,S(z),$$

$S(z)$ désignant une fonction doublement périodique, dont ω et ω' sont les périodes. Si nous trouvons une fonction $f(z)$ jouissant de ces propriétés, nous aurons évidemment toutes les fonctions cherchées en multipliant $f(z)$ par une fonction quelconque, admettant pour périodes ω et ω'. La question revient donc à trouver une fonction jouissant des propriétés énoncées.

» Considérons la fonction

$$\varphi_1(z)=\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\left(1+e^{-\frac{5\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right),\ \ldots;$$

nous devrons supposer que, dans $\frac{\omega'}{\omega}$, le coefficient de i est négatif, pour que le produit infini soit convergent. On a

$$\varphi_1(z+\omega)=\varphi_1(z),\quad \varphi_1(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_1(z).$$

» Nous pouvons de même obtenir une fonction $\varphi_3(z)$, telle que

$$\varphi_3(z+\omega)=\varphi_3(z),\quad \varphi_3(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_3(z),$$

et d'une manière générale une fonction $\varphi_{2n+1}(z)$, telle que

$$\varphi_{2n+1}(z+\omega)=\varphi_n(z)\ \text{et}\ \varphi_{2n+1}(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_{2n+1}(z).$$

» Remarquons que nous avons les zéros de ces diverses fonctions. Ceci posé, formons le produit $\varphi_1(z)\,\varphi_3(z)\ldots\varphi_{2n+1}(z)$, ...

» On reconnaît sans peine que ce produit, lorsque n augmente indéfiniment, tend vers une limite et représente une fonction uniforme et continue de z dans toute l'étendue du plan. Soit $\Phi(z)$ cette fonction. Elle admettra ω pour période, et l'on aura

$$\Phi(z+\omega')=\Phi(z)\left[\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\ldots\right.$$
$$\left.\times\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\ldots\right].$$

» Formons maintenant des fonctions $\psi_1(z), \psi_3(z), \ldots$, telles que

$$\psi_1(z+\omega)=\psi_1(z),\quad \psi_1(z+\omega')=\frac{\psi_1(z)}{1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\psi_{2n+1}(z+\omega)=\psi_{2n+1}(z),\quad \psi_{2n+1}(z+\omega')=\frac{\psi_{2n+1}(z)}{1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}}.$$

» Nous définissons ces fonctions comme les fonctions φ par des produits convergents. En multipliant comme précédemment ces fonctions, nous arrivons à former une fonction $\Psi(z)$, telle que

$$\Psi(z+\omega)=\Psi(z) \text{ et } \Psi(z+\omega')=\frac{\Psi(z)}{\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\cdots\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\cdots}.$$

Faisons le quotient $\frac{\Phi(z)}{\Psi(z)}=\mathrm{T}(z)$. La fonction $\mathrm{T}(z)$ jouira des propriétés suivantes :

$$\mathrm{T}(z+\omega)=(\mathrm{T}z),\quad \mathrm{T}(z+\omega')=\mathrm{T}(z)\,\Theta(z),$$

la fonction $\Theta(z)$ représentant à un facteur constant près une des fonctions de Jacobi. La fonction $\Theta(z)$ est formée avec ω et $-\omega'$.

» Les zéros de $\mathrm{T}(z)$ sont donnés par la formule

$$z=(2n+1)\frac{\omega'}{2}+(2k+1)\frac{\omega}{2};$$

k est un entier quelconque, mais on a $n\geq 1$.

» Pour les pôles, on a

$$z=-(2n-1)\frac{\omega'}{2}+(2k+1)\frac{\omega}{2}\quad \text{où}\quad n\geqslant 1.$$

» De plus le degré de ces pôles et de ces racines est indiqué par la valeur correspondante de n.

» On sait qu'une fonction quelconque $\mathrm{S}(z)$ doublement périodique, admettant pour périodes ω et ω', peut s'exprimer de la manière suivante :

$$\mathrm{S}(z)=\mathrm{A}e^{gz}\frac{\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_1\right)\cdots\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_n\right)}{\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_1\right)\cdots\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_n\right)};$$

je rappelle que $g\omega=2\alpha i\pi$, α étant un entier.

» Nous pouvons former n fonctions admettant ω pour période, et se reproduisant multipliées par $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_i\right)$, quand on change z en $z+\omega'$, i prenant toutes les valeurs de 1 à n; faisons de même relativement à $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_i\right)$.

» Nous arrivons ainsi à former une fonction $F(z)$, telle que

$$(1) \qquad F(z+\omega)=F(z), \quad F(z+\omega')=F(z)e^{-\frac{2\alpha\pi z i}{\omega}}S(z);$$

les zéros de la fonction $F(z)$ sont donnés par les formules

$$z=(n+1)\omega'+k\omega+q_i, \quad z=-(n-1)\omega'+k\omega+p_j,$$

les pôles par

$$z=(n+1)\omega'+k\omega+p_i, \quad z=-(n-1)\omega'+k\omega+q_j;$$

k est un entier quelconque positif ou négatif, mais on a $n \geqslant 1$. Le degré de multiplicité est donné par la valeur de n.

» Nous allons exprimer autrement la fonction $F(z)$: on tire de (1)

$$\frac{F'(z+\omega')}{F(z+\omega')}=\frac{F'(z)}{F(z)}+\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega};$$

on a donc, en posant $\Pi(z)=\dfrac{\frac{F'(z)}{F(z)}}{\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega}}$,

$$\Pi(z+\omega)=\Pi(z) \quad \text{et} \quad \Pi(z+\omega')=\Pi(z)+1;$$

or la forme générale des fonctions $\Pi(z)$, jouissant de ces propriétés, est

$$(2) \quad \Pi(z)=G+\sum_h [A_1^h D\log\theta_1(z-\alpha_h)+\ldots+A_p^h D^p \log\theta_1(z-\alpha_h)];$$

en posant $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}\right)=\theta_1(z)$, avec la condition $\Sigma A_1^h=\frac{\omega}{2\pi i}$, on a donc

$$F(z)=Ce^{\int_{z_0}^{z}\left[\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega}\right]\Pi(z)dz},$$

$\Pi(z)$ étant convenablement choisi parmi les fonctions (2). Cette détermination se fait d'après la règle suivante, où nous supposons que les pôles et les racines de $S(z)$ sont simples : soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_h \ldots$ les racines de $\frac{S'(z)}{S(z)}-2\alpha\frac{\pi i}{\omega}$, comprises dans le parallélogramme (ω, ω'), dont les degrés sont respectivement $p_1, p_2, \ldots p_h, \ldots$; nous aurons

$$\Pi(z)=G+\sum_h [A_1^h D\log\theta_1(z-\alpha_h)+\ldots+A_{p_h}^h D^{p_h}\log\theta_1(z-\alpha_h)].$$

Les quantités A et G sont déterminées par la relation $\Sigma A_1^h=\frac{\omega}{2\pi i}$, et par les $2n$ relations obtenues en écrivant que les pôles de $\frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}$, situés dans le

parallélogramme (ω, ω'), augmentés de ω', sont racines de $\Pi(z)$. Ce système d'équations du premier degré ne sera jamais impossible. $F(z)$ étant formée, on obtient sans peine les fonctions $f(z)$ dont nous avons parlé au début. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations du magnétisme terrestre.* Note de M. QUET.

« Je me propose d'examiner, à l'aide du calcul, la théorie qui attribue au Soleil une action directe sur les fluides magnétiques et électriques de la Terre.

» Le Soleil sera regardé comme le siége de courants électriques fermés, de dimensions, de forme, d'orientation et d'intensité quelconques. Cette constitution comprend le cas où l'astre contiendrait des corps magnétiques, que l'on peut toujours considérer comme des assemblages de courants particulaires.

» L'action de ce système, quelque compliquée qu'elle puisse être près de la surface, devient assez simple lorsqu'elle s'applique à des points très-éloignés, comme ceux de la Terre. Je montre qu'elle est équivalente à celle d'un courant unique qui se propagerait, avec une intensité convenable, sur la circonférence d'un grand cercle solaire dont le plan serait bien choisi. Ce courant fictif sera le grand courant solaire ou le courant résultant; le diamètre du Soleil, perpendiculaire à ce plan, sera l'axe électrodynamique de l'astre, et ses deux extrémités en seront les pôles électrodynamiques.

» Si la Terre ne tournait pas et ne se mouvait pas dans son orbite, si le Soleil n'avait pas non plus de mouvement révolutif et que ses pôles électrodynamiques fussent immobiles sur sa surface, l'action exercée par l'astre sur les courants particulaires des corps magnétiques de notre globle tendrait à donner une certaine direction à l'axe de ces courants et à aimanter la Terre dans un certain sens.

» Rendons au Soleil et à la Terre leurs mouvements de rotation et de translation, et des phénomènes nouveaux vont se produire. L'état magnétique de notre globe éprouvera des changements périodiques, qui dépendront de sa vitesse de rotation et de son mouvement de translation sur l'orbite; en second lieu, les fluides électriques de la Terre seront mis en mouvement dans les bons conducteurs, par des forces électromotrices d'induction dues à la rotation et à la translation de la Terre; le Soleil, en tournant sur lui-même, induira notre globe, et les variations d'intensité de

ses courants électriques engendreront aussi des forces électromotrices, qui seront régulières ou périodiques comme les variations d'où elles dérivent.

» J'ai calculé, d'une manière générale et complète, les composantes de toutes les forces qui se produisent dans ces conditions très-diverses, et j'ai obtenu des valeurs constantes et des valeurs périodiques.

» La période du jour solaire moyen, qui est fondamentale dans les variations des boussoles, ainsi que celle de l'année solaire, ne se trouvent pas dans les composantes des forces qui agissent sur les fluides magnétiques de la Terre, ni dans celles des forces électromotrices d'induction, qui proviennent de la rotation de la Terre; mais ces forces donnent la période du jour sidéral, qui jouit de cette propriété importante, que les phénomènes réglés sur elle changent de sens de six mois en six mois, pour une même heure du jour solaire.

» C'est dans les forces électromotrices d'induction, dues à la translation de la Terre sur son orbite, et à la rotation du Soleil, que j'ai rencontré la période fondamentale du jour solaire moyen et celle de l'année solaire.

» Mes formules résolvent, dans toute leur généralité, les divers problèmes que j'ai indiqués. Pour examiner les phénomènes produits par les forces, il est bon de distinguer plusieurs cas. Dans cette Communication, je me bornerai à faire connaître les conséquences des formules, lorsque les pôles électrodynamiques du Soleil sont sur les pôles de rotation; pour fixer les idées, je supposerai que le pôle électrodynamique austral et le pôle nord de rotation coïncident.

» Considérons une terre fictive, convenablement constituée au point de vue des corps magnétiques et des bons conducteurs de l'électricité, tournant sur elle-même et décrivant une orbite autour d'un soleil sillonné de courants électriques assez intenses pour agir avec efficacité sur elle. Examinons tour à tour les effets des forces constantes et des forces variables, et appliquons ce principe général de Laplace, que l'état d'un système de corps devient périodique, comme les forces qui les animent, lorsque l'effet des conditions primitives du mouvement a disparu par l'action des résistances.

» Cette terre fictive s'aimantera; elle aura son pôle magnétique boréal au nord de l'équateur et son pôle austral au sud.

» Son atmosphère sera chargée d'électricité positive, dont la tension augmentera avec la hauteur au-dessus du sol. Les couches intérieures et voisines du sol seront électrisées négativement.

» A la surface de cette terre, les boussoles éprouveront des change-

ments continuels, soit dans la direction de l'aiguille aimantée, soit dans l'intensité de la force qui l'anime.

» Ces changements seront soumis à une variation diurne, réglée sur les heures solaires.

» La marche de cette variation diurne sera de sens contraires dans les deux hémisphères séparés par l'équateur.

» La variation diurne sera accompagnée d'une inégalité annuelle.

» Pour cette inégalité, la marche de la boussole sera de même sens dans les deux hémisphères.

» Il y aura, dans le mouvement des boussoles, une variation annuelle réglée sur les mois solaires.

» Des perturbations seront éprouvées par les boussoles, si les courants électriques solaires varient d'intensité. Au même instant du temps absolu, le pôle austral de la boussole de déclinaison subira, sur toute la surface de la terre fictive, des écarts simultanés inégaux, étendus en certaines régions, faibles ou nuls en d'autres, ici dirigés vers l'orient et là vers l'occident. Ces perturbations auront un caractère périodique, si l'état du Soleil varie périodiquement. L'aiguille aimantée pourra donc servir à étudier les changements électrodynamiques du Soleil.

» La terre fictive que nous venons de considérer offre une image très-frappante de ce qui se passe sur notre globe, et par cela même la théorie de l'action directe me semble avoir acquis un degré de probabilité qu'elle n'avait pas.

» Dans d'autres Communications, je ferai connaître les conséquences de mes formules générales, lorsque les pôles électrodynamiques du Soleil, n'étant pas sur l'axe de rotation, tournent avec lui, en se déplaçant ou en restant fixes sur la surface. »

OPTIQUE. — *Sur l'orientation précise de la section principale des Nicols, dans les appareils de polarisation.* Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Daubrée.

« Il est quelquefois nécessaire, dans les instruments d'optique, de pouvoir déterminer l'orientation de la section principale, soit des polariseurs, soit des analyseurs : Nicols, prismes biréfringents, etc.

» On peut le faire, simplement et avec précision, en éclairant l'appareil, pour le réglage, avec la lumière jaune, et en interposant entre le polariseur et l'analyseur un diaphragme, dont l'une des moitiés est seule recouverte

d'une lame de quartz mince, parallèle à l'axe, d'une épaisseur dite d'une demi-onde [1].

» On peut toujours placer ce diaphragme. Les appareils de polarisation portent généralement, dans leur agencement, soit une lunette, soit une loupe; on s'en servira alors pour viser le diaphragme. Dans le cas contraire, il suffit de placer devant l'appareil une petite lunette auxiliaire.

» Le bord intérieur de cette lame sépare les deux demi-disques et produit une direction bien tranchée.

» Je suppose qu'il s'agisse de fixer un Nicol, de façon que sa section principale fasse un angle déterminé quelconque avec certaines pièces, fils réticulaires, etc. Je ramène le problème à placer le bord de la lame dans la position que l'on désire, et, comme c'est une ligne parfaitement déterminée, les moyens optiques et mécaniques ne manquent pas.

» Je règle ensuite les Nicols par rapport à la lame; pour cela, je place le polariseur de façon que sa section soit, *à peu près*, dans la direction voulue et je tourne l'analyseur de quelques degrés, à droite et à gauche, en oscillant; il se présentera deux cas :

» 1° Si cette section est, *par hasard*, exactement dans la position voulue, on passera de l'extinction partielle à l'extinction totale graduellement et l'on n'apercevra aucune différence d'intensité, entre chacun des deux demi-disques, dans aucune position de l'analyseur.

» 2° Si la section du polariseur n'est pas rigoureusement à sa place, si elle fait, avec la ligne de séparation, un angle même excessivement faible, on trouvera des différences variables entre les deux demi-disques.

» On arrêtera l'analyseur dans une position voisine de l'extinction totale et l'on verra un demi-disque plus foncé que l'autre; on tournera alors le polariseur peu à peu jusqu'à ce que l'on établisse l'égalité de tons : ce sera la position cherchée; on vérifiera en tournant alors l'analyseur, et l'on devra trouver les deux demi-disques parfaitement égaux en intensité, cette intensité variant avec la rotation de l'analyseur. On repère la position du polariseur; puis, pour déterminer ensuite celle de la section de l'analyseur, on déplace légèrement le polariseur de 1 degré et demi environ, ce qui détruit l'égalité de tons; on la rétablit ensuite par l'analyseur. La section principale de celui-ci se trouve à 90 degrés exactement de cette dernière position.

» Cette méthode peut aussi servir à déterminer la section principale des

[1] Comme dans le polarimètre Laurent.

micas, quart d'onde, demi-onde, et celle des lames parallèles à l'axe; elle donne une précision beaucoup plus grande que les moyens ordinaires.

» Le bord de cette lame, demi-onde, qui produit la séparation des deux demi-disques, est parfaitement net et sans épaisseur; on a donc à comparer deux surfaces d'intensités différentes, *rigoureusement tangentes*; si on fait le pointé avec soin, la moindre différence s'appréciera, et ce détail, sur lequel j'insiste, contribue à augmenter beaucoup la précision de la méthode. »

CHIMIE. — *Étude du chlorure de soufre.* Note de M. ISAMBERT, présentée par M. Debray.

« L'étude de la dissociation de l'hydrate de chlore m'a conduit à chercher à résoudre de la même manière la question encore indécise de l'existence de chlorures de soufre supérieurs au protochlorure S^2Cl. Doit-on regarder le chlorure de soufre qui absorbe du chlore comme donnant naissance à un chlorure SCl, ou à un mélange de chlorure S^2Cl et SCl^2, par exemple, ou enfin n'y a-t-il qu'une simple dissolution du chlore dans le chlorure de soufre, sans qu'il y ait lieu d'admettre une combinaison nouvelle, pas plus qu'on ne regarde le soufre dissous dans le sulfure de carbone comme donnant un sulfure de carbone plus riche en soufre que le composé CS^2?

» Je me suis servi, pour résoudre ce problème, des mêmes appareils et des mêmes moyens que j'ai déjà employés pour l'étude de la dissociation de l'hydrate de chlore. Le chlorure de soufre avec excès de chlore est placé dans un matras d'essayeur, auquel était soudé latéralement un tube barométrique; le col du matras, étiré à la lampe, était fermé pendant le passage d'un courant de chlore, qui balayait tout l'air de l'appareil. Le tube manométrique, qui plonge d'abord dans l'acide sulfurique, est abaissé dans le mercure lorsque la colonne d'acide sulfurique dans le tube est suffisante pour protéger le métal contre l'action du chlore. En chauffant ensuite le chlorure de soufre de manière à chasser à diverses reprises une partie du chlore, après avoir mesuré les tensions du gaz libre, j'ai obtenu la série des tensions suivantes, une expulsion de gaz ayant toujours lieu entre deux mesures consécutives :

Température.	Tensions du chlore.
8°,5	594mm
9,3	575
10	521
10	471

» Après une expulsion plus prolongée :

Température.	Tension du chlore.
4	358^{mm}
7,5	304
7,5	272
2,5	234
4,7	215 (¹)
9,5	138
10	123

» Il est clair, d'après la seule inspection de ces mesures, que la tension du chlore dégagé varie constamment avec la quantité de chlore que renferme le chlorure de soufre. Il en résulte qu'il n'existe qu'un seul chlorure de soufre dans lequel le chlore se dissout en proportion considérable à une basse température. Mais de ce que ces chlorures supérieurs n'existent pas à l'état de liberté, on n'est nullement en droit de conclure qu'ils n'existent pas combinés; les conditions sont, en effet, très-différentes au point de vue théorique; la non-existence de l'acide chlorique anhydre n'empêche en rien la formation des chlorates.

» Les expériences que je viens de rapporter sont assez pénibles, par suite de l'action irritante du chlore et du chlorure de soufre; mais, en outre, elles ne réussiraient pas bien, surtout vers la fin, le chlore se dégageant en entraînant une assez grande quantité de chlorure de soufre qui attaquerait le mercure, si l'on n'avait soin de chauffer avec un bec Bunsen le tube manométrique, afin de volatiliser le chlorure et de conserver ainsi le mercure inaltéré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la substitution du soufre à l'oxygène dans la série grasse.* Note de M. **A. Dupré**, présentée par M. Wurtz.

« La formule générale $C^nH^{2n+1}CO, OH$ représentant les acides gras oxygénés, la théorie prévoit l'existence des trois séries d'acides :

(1) $C^nH^{2n+1}CS, OH$, (2) $C^nH^{2n+1}CO, SH$, (3) $C^nH^{2n+1}CS, SH$.

» Dans les deux premières séries, un seul atome d'oxygène est remplacé par le soufre; les termes de ces séries sont isomériques deux à deux;

(¹) La matière a été analysée à ce moment, et pour S^2 elle renfermait 1,44 Cl. En faisant bouillir de nouveau, j'ai chassé l'air du tube et obtenu de nouvelles pressions plus faibles que les précédentes.

ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la place occupée par l'atome de soufre dans l'édifice moléculaire. Les acides de la troisième série ne renferment plus d'oxygène : ce métalloïde est complétement remplacé par le soufre.

» Pour éviter la confusion entre les corps appartenant à ces trois séries, il est nécessaire de se servir d'une nomenclature précise. J'ai adopté celle suivie dans des cas analogues dans le Dictionnaire de M. Wurtz; cette nomenclature peut se résumer ainsi :

» Le remplacement de l'oxygène du radical CO par le soufre est indiqué par le préfixe *sulfo* (acide sulfoacétique, sulfopropionique); le préfixe *thio* (acide thioformique, thioacétique) marque la substitution du soufre à l'oxygène de l'oxyhydryle OH; enfin le remplacement total de l'oxygène par le soufre est indiqué par le préfixe double *thiosulfo* (acide thiosulfoacétique).

» Jusqu'ici on n'avait obtenu que les acides de la deuxième série; MM. Kekulé, Ulrich, Jacquemin et Vosselman, etc., ont étudié les acides thioacétique, thiopropionique, etc. J'ai cherché à obtenir les corps appartenant à la première et à la troisième série; voici les premiers résultats de ce travail, que je compte achever plus tard.

» L'action d'une solution alcoolique de sulfhydrate de sodium et de l'hydrogène sulfuré sur le cyanure d'éthyle me semblait la réaction la plus favorable pour produire l'acide thiosulfopropionique :

$$C^2H^5 - CAz + NaHS + H^2S = C^2H^5 - CS, SNa + AzH^3.$$

» L'expérience a montré que, malgré la présence d'un excès d'hydrogène sulfuré, l'eau intervenait toujours dans la réaction, pour donner naissance à un acide qui ne renfermait que 1 atome de soufre, au lieu de 2.

» L'opération se fait dans un appareil à reflux, chauffé à 100 degrés pendant cinq à six jours; quand le dégagement d'ammoniaque a cessé, on distille au bain-marie pour séparer les deux tiers de l'alcool; celui-ci renferme encore un peu de propionitryle non attaqué, du sulfhydrate d'ammonium et des traces de marcaptan.

» Le liquide restant dans l'appareil distillatoire se scinde en deux couches, qu'on sépare par décantation. La couche supérieure renferme du sulfhydrate de sodium; la couche inférieure, d'un aspect oléagineux, se prend presque immédiatement, par le refroidissement, en une masse cristalline de sulfopropionate de sodium : ce sel a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool faible.

» Les cristaux de sulfopropionate de sodium ont perdu en partie leur transparence après un séjour de vingt-quatre heures dans le vide sec; l'analyse a donné les résultats suivants :

I.......	0,2166	de sel ont fourni	0,412	de sulfate de baryum.
II.......	0,2221	»	0,4219	»

en centièmes :

	I.	II.	$C^3H^5S, ONa + H^2O$.	C^3H^5S, ONa.
Soufre.......	26,11	26,08	24,61	28,57

» De nouveaux cristaux ont été pulvérisés et placés dans le vide sec pendant une semaine; le sel complétement effleuri a fourni les résultats suivants :

III.......	0,258	de sel ont donné	0,525	de sulfate de baryum
IV.......	0,361	»	0,750	»

en centièmes :

	III.	IV.	Théorie pour C^3H^5S, ONa.
Soufre...........	27,93	28,52	28,57

» Le moyen le plus rationnel pour établir la constitution de ce sel est de faire le chlorure acide correspondant, et d'y démontrer par l'analyse la présence ou l'absence du soufre.

» La petite quantité de matières dont je disposais ne permettant pas une purification par distillation fractionnée, j'ai dû rejeter l'emploi du protochlorure et du perchlorure de phosphore dont la réaction pouvait donner naissance à des composés sulfurés autres que le chlorure acide. J'ai eu recours à l'oxychlorure de phosphore pur que j'ai fait réagir sur le sel de sodium sec.

$$3(C^3H^5S, ONa) + PO, Cl^3 = 3(C^3H^5S, Cl) + PO(ONa)^3.$$

Cette réaction a été répétée plusieurs fois, et toujours on a constaté la présence du soufre dans l'excès d'oxychlorure qui passe à la distillation. Cette présence du soufre semble prouver la formation de petites quantités de chlorure de sulfopropionyle, et par suite l'existence du sulfopropionate de sodium. Avec le thiopropionate de sodium, il se formerait du chlorure de propionyle.

» Le sulfopropionate de sodium cristallise avec une molécule d'eau, il est très-soluble dans l'eau, un peu moins soluble dans l'alcool faible, et très-peu soluble dans l'alcool absolu.

» La solution aqueuse donne avec le chlorure de baryum un précipité

blanc soluble dans l'eau; avec le nitrate d'argent, un précipité blanc jaunâtre se décomposant rapidement; avec le chlorure mercurique, un précipité blanc jaunâtre; avec l'acétate de plomb, un précipité blanc assez soluble, mais qui ne se décompose pas à froid : ce caractère distingue le sulfopropionate de plomb de son isomère, le thiopropionate de plomb, dont la décomposition se fait à froid.

» Le sulfopropionate de baryum a été obtenu cristallisé : les dosages de soufre et de baryte ont donné des chiffres concordant avec la théorie. Il est probable que l'action du sulfure de phosphore sur l'acide sulfopropionique ou ses dérivés conduira à l'acide thiosulfopropionique. Avec l'acétonitryle, j'ai obtenu de la même manière le sulfacétate de sodium.

» En résumé, la réaction de l'oxychlorure de phosphore et la stabilité du sel de plomb paraissent prouver l'existence de l'acide sulfopropionique; cette opinion est encore confirmée par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les nitryles, réaction qui donne naissance aux amides *sulfurées*, signalées récemment par M. Bernthsen sous le nom de *thioacétamide* et de *thiopropionamide*. J'avais déjà obtenu et analysé ces corps ; je n'ai pas publié les résultats auxquels j'étais arrivé pour la sulfocétamide et la sulfopropionamide, ces corps ne rentrant qu'indirectement dans le cadre que je m'étais tracé ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les catéchines* (3ᵉ Note); *catéchines des gambirs.* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Le *gambir* ou *gambeer* est l'extrait desséché qu'on obtient en faisant bouillir dans l'eau les feuilles de l'*Uncaria gambir*, de la famille des Rubiacées, tribu des Cinchona, plante cultivée dans l'Asie orientale et les îles de la Malaisie. Il se présente en petits prismes cubiques irréguliers, de couleur brun clair, à cassure terreuse et jaunâtre. Cette substance, que l'on confond quelquefois avec les cachous, et que l'on nomme même très-souvent *cachou gambir*, est surtout employée en Europe pour le tannage et la teinture. La Grande-Bretagne en consomme plus de 20000 tonnes par an (*Hanbury*). Elle est principalement formée d'un acide cachoutannique et de matières cristallines qu'on avait jusqu'ici confondues sous le nom univoque de *catéchine* avec celles qu'on retire des cachous proprement dits.

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

Mes recherches, faites sur des gambirs dont M. le professeur G. Planchon avait bien voulu, au préalable, constater l'authenticité, m'ont démontré que ces extraits contiennent en proportions variables trois catéchines différentes entre elles et différentes de celles que j'avais étudiées jusqu'ici.

» *Préparation des catéchines du gambir.* — Après avoir broyé le gambir et l'avoir épuisé à l'eau froide, on fait cristalliser le résidu dans l'eau bouillante. La masse est reprise par de l'alcool étendu, et la dissolution traitée par de l'acétate de plomb jusqu'à précipité jaune clair. On filtre alors; on sépare l'alcool et une partie de l'eau par distillation en CO^2, puis on se débarrasse de l'excès de plomb par H^2S. Après avoir distillé les $\frac{3}{4}$ de la liqueur en CO^2, on laisse refroidir. Une abondante cristallisation se produit d'une première catéchine (A) tout à fait blanche, qu'on lave à l'eau bouillie et qu'on sèche.

» Les liqueurs étant encore concentrées aux $\frac{2}{3}$, une nouvelle substance se précipite par refroidissement. C'est une catéchine (B), différente de la première par sa composition, sa solubilité, son point de fusion.

» Enfin, en concentrant encore les eaux mères jusqu'à ce qu'elles soient sirupeuses, une nouvelle séparation se produit d'un mélange d'un corps gélatineux plus soluble avec une substance blanche cristalline qui constitue une troisième catéchine (C).

» Ces trois catéchines doivent être rapidement lavées à l'eau bouillie froide sur des filtres sans chaux, et séchées dans le vide ou dans CO^2 au-dessous de 50 degrés.

» J'ai retiré de 1 kilogramme de gambir, traité comme il vient d'être dit, 150 grammes de catéchine (A), 20 grammes *du gambir* de catéchine (B), et 6 à 7 grammes de catéchine (C) desséchée.

» *Composition des catéchines* (A), (B) et (C) *du gambir.* — Les analyses de ces trois catéchines ont été faites avec le plus grand soin, par la méthode de Piria, qui donne des dosages d'hydrogène très-exacts, surtout si l'on opère sur 0gr,5 environ. Les catéchines étaient au préalable séchées dans le vide, puis déshydratées à 120-125 degrés dans CO^2.

» *Catéchine* (A) :

	Expériences.		Théorie pour $C^{40}H^{38}O^{16}$.
C	61,90	61,80	62,02
H	5,07	4,99	4,91
O	33,03	33,21	33,07

» A l'état anhydre, cette substance a donc la composition $C^{40}H^{38}O^{16}$. Séchée dans l'air sec un temps très-long, puis portée à 130 degrés, elle perd 5,14 pour 100 d'eau. La perte pour $C^{40}H^{38}O^{16}$, $2H^2O$ serait de 4,50.

» *Catéchine* (B) :

	Expériences.	Théorie pour $C^{42}H^{38}O^{16}$.
C	63,19	63,16
H	4,93	4,76
O	31,88	32,08

» A l'état anhydre, cette catéchine correspond donc à la composition $C^{42}H^{38}O^{16}$, qui en fait une isologue de la précédente. Après dessiccation totale dans l'air sec à 15 degrés, elle perd, lorsqu'on la porte à 120 degrés en CO^2, 1,97 pour 100 d'eau. L'hydrate $C^{42}H^{38}O^{16}, H^2O$ veut $H^2O = 1,96$ pour 100; elle se déshydrate presque entièrement dans le vide sec.

» *Catéchine* (C) :

	Expériences.		Théorie pour $C^{40}H^{38}O^{16}$.
C.	61,72	61,81	62,02
H.	5,07	5,11	4,91
O.	33,21	33,18	33,07

» Cette troisième catéchine perd, après dessiccation, dans l'air sec à 15 degrés, 2,2 pour 100 d'eau quand on la porte à 120-130 degrés. L'hydrate $C^{40}H^{38}O^{16}, H^2O$ correspond à 2,43 pour 100 d'eau.

» La catéchine (A), la plus abondante, et la catéchine (C), qui n'existe qu'en minime proportion dans le gambir et cristallise en dernier lieu, ont donc la même composition. On ne saurait toutefois douter de la non-identité de ces diverses substances, ainsi qu'on va le voir.

» Les catéchines cristallisent toutes en aiguilles déliées microscopiques. La catéchine (A) est formée de petits prismes obliques accolés, présentant un angle plan d'environ 60 degrés. La catéchine (C) est aussi en aiguilles très-fines, accolées ou rayonnantes, mais dont on ne saurait bien distinguer la forme, même à un fort grossissement.

» Les points de fusion de ces substances sont délicats à déterminer. On doit les prendre dans l'acide carbonique sec et après déshydratation. Elles fondent toutes sous forme d'un liquide visqueux. La catéchine (A) fond à 204-205 degrés, la catéchine (B) à 176-177 degrés, la catéchine (C) à 163 degrés, toutes corrections faites. Ainsi les deux catéchines isomères (A) et (C) du gambir ont des points de fusion séparés de plus de 41 degrés.

» Leur solubilité dans l'eau est aussi fort différente. A 50 degrés, 100 parties d'eau dissolvent 9,9 parties de catéchine (A) supposée anhydre; elles ne dissolvent que 5,3 de catéchine (C). Ces nombres ne sont pas toutefois donnés comme absolus, la solubilité ayant été déterminée dans l'eau chargée de CO^2; mais ils montrent que des deux catéchines isomères la première cristallisée est près de deux fois plus soluble que la dernière.

» L'étude des solubilités de ces trois substances explique leur séparation très-satisfaisante, par un mécanisme sur lequel il est inutile d'insister ici.

» Les trois catéchines que nous venons de faire connaître ne sauraient avoir une formule contenant moins de 16 atomes d'oxygène. De plus,

nous avons déjà montré que celle du bois d'acajou répond à la composition $C^{42}H^{34}O^{16}$, qui ne peut souffrir de sous-multiple. Il est donc très-probable que les autres catéchines ont aussi des poids moléculaires correspondant à des formules en O^{16}. Nous donnerons donc de celles que nous avons fait connaître jusqu'ici le tableau suivant :

Origines.	Formules.	Points de fusion.
Catéchine du bois d'acajou (*Cedrélacée*)......	$C^{42}H^{34}O^{16}$	164-165°
Catéchine du cachou brun (*Légumineuses*).....	$C^{42}H^{36}O^{16}$	140
Catéchine d'un cachou jaune (*Légumineuses*)...	$C^{42}H^{36}O^{16}$	188-190
Catéchine (A) du gambir (*Rubiacées*)........	$C^{40}H^{38}O^{16}$	204-205
Catéchine (B) *id.* *id.*	$C^{42}H^{38}O^{16}$	176-177
Catéchine (C) *id.* *id.*	$C^{40}H^{38}O^{16}$	163

» La réduction à froid ou à chaud et la dissociation par l'eau des combinaisons plombiques, mercuriques ou argentiques de ces corps ne peut permettre de déterminer leur poids moléculaire.

» Les catéchines que j'ai étudiées constituent une famille très-naturelle de corps neutres, isologues ou isomères, présentant tous les caractères de phénols non saturés, s'oxydant à l'air, surtout en présence des alcalis, aptes à donner ainsi des acides faibles très-analogues aux tannins, puis des matières colorantes, comme je le montrerai plus tard. Toutes ces catéchines se reconnaissent par leur propriété de verdir par les sels ferriques étendus, et de donner une belle couleur rose quand on les traite successivement par le tartrate ferrico-potassique et le borax. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du fluorure de bore sur les matières organiques* (aldéhyde benzylique, éthylène). Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« I. *Aldéhyde benzylique*. — Un équivalent de cette aldéhyde portée à son point d'ébullition se combine directement avec un équivalent de fluorure de bore. Cette combinaison cristallise avec la plus grande facilité, sous forme de lamelles blanches et brillantes, et qui me paraissent appartenir au système hexagonal.

» La stabilité de ce produit est plus considérable que la stabilité du composé correspondant du camphre, car il se volatilise sans aucune altération. Exposé à l'air, il se décompose rapidement en ses générateurs.

» En chauffant ce dérivé pendant vingt-quatre heures à 250 degrés, en

vase clos, on obtient une masse noire, présentant l'aspect d'une espèce de lave. En traitant ce résidu par de l'eau bouillante, on en extrait facilement une quantité notable d'une matière organique, avec un peu d'acide borique.

» Le produit organique ne se dissout que difficilement dans l'eau froide, tandis qu'il se dissout en quantité notable dans l'eau bouillante, d'où il cristallise par refroidissement, sous forme de très-belles aiguilles, longues et brillantes. La solution aqueuse de ce composé présente une réaction franchement acide. Ces cristaux se subliment facilement, et la matière sublimée fond de 124 à 125 degrés. C'est donc de l'acide benzoïque. Voici, du reste, les chiffres obtenus par l'analyse :

	I.	II.	Calculé.
C..........	68,82	69,39	68,85
H..........	5,25	5,33	4,92

» La pression dans les tubes n'est pas très-considérable, et les deux tiers du gaz recueilli sur la cuve à mercure sont formés par du fluorure de bore. Le restant du gaz est un mélange d'oxyde de carbone et d'acétylène, avec un peu d'acide carbonique. Aucun carbure d'hydrogène de la série éthylénique n'a pris naissance dans cette réaction.

» Ces gaz résultent évidemment d'une décomposition totale d'une partie de la matière mise en réaction, par suite de l'action violente du fluorure de bore sur la molécule benzylique.

» 33 grammes d'aldéhyde benzylique m'ont donné ainsi 8 grammes d'acide benzoïque.

» II. *Éthylène.* — A l'ombre ou à la lumière diffuse, l'éthylène ne se combine qu'en des proportions très-faibles avec le fluorure de bore. Pour obtenir des résultats satisfaisants, j'ai fait arriver dans un ballon, d'un côté le fluorure de bore et de l'autre côté l'éthylène. Ce dernier gaz, préparé au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique, avait été lavé avec une solution de potasse d'abord et séché ensuite avec le chlorure de calcium. J'ai exposé le ballon à l'action directe de la lumière solaire, dans une atmosphère dont la température variait de 25 à 30 degrés. Dans ces conditions il se forme un composé liquide, qui a été recueilli dans un petit ballon refroidi par un courant d'eau froide et fixé à la troisième tubulure du ballon où s'opérait le mélange des deux gaz en question. Si la température du milieu ambiant ne dépasse pas 5 à 10 degrés, la réaction est très-peu prononcée, même sous l'influence directe de la lumière solaire.

» Il paraît, dès lors, que l'action simultanée de la lumière et de la chaleur est indispensable à la formation de ce dérivé.

» Ce produit distille, pour la majeure partie, de 124 à 125 degrés. La densité du liquide à 23 degrés est égale à 1,0478. Il se volatilise facilement à l'air, en répandant des fumées blanches et une odeur éthérée des plus pénétrantes et des plus agréables.

» La composition de cette combinaison correspond à la formule C^2H^3, BFl^2. Voici les chiffres obtenus par l'analyse et par la détermination de sa densité de vapeur :

	I.	II.	Calculé pour C^2H^3, BFl^2.
C	31,13	31,45	31,58
H	4,21	4,34	4
Bo	13,95	14,2	14,47

	I.	II.	Calculé.
Densité de vapeur	2,55	2,55	2,62

» C'est une espèce d'éther résultant de l'action réciproque entre l'éthylène et le fluorure de bore, avec élimination d'un équivalent d'acide fluorhydrique. La formation de ce composé est exprimée par l'équation suivante :

$$C^2H^4 + BFl^3 = C^2H^3, BFl^2HFl,$$

tandis que la décomposition par l'eau est représentée par la formule

$$C^2H^3, BFl^2 + 3H^2O = B(OH)^3 + C^2H^4 + 2HFl.$$

» Il faut remarquer que la formation de cette combinaison est accompagnée par la formation d'autres composés, bouillant à une température un peu plus élevée. Ces produits résultent sans doute de l'action de l'acide fluorhydrique sur le mélange gazeux.

» Je suis persuadé que le propylène, l'amylène, l'acétylène et autres carbures non saturés, entrent également en combinaison avec le fluorure de bore dans des conditions identiques, et je me propose de préparer ces produits [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de l'Université de Genève.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dérivé pyrogéné de l'acide tartrique, l'acétone dipyrotartrique*. Note de M. **E. Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« L'action de la chaleur sur l'acide tartrique constitue un des points les plus importants de l'histoire des corps pyrogénés. Cependant, jusqu'ici, on n'a obtenu, par distillation sèche de cet acide, que deux dérivés, les acides pyruvique et pyrotartrique. La présente Note a pour but de faire connaître un troisième dérivé pyrogéné, d'une complication moléculaire plus grande, dérivé que je propose de désigner, en raison de son mode de formation et de son caractère de corps incomplet, sous le nom d'*acétone dipyrotartrique*. Peut-être ce corps, par une étude plus approfondie, viendra-t-il se ranger dans la section des carbonyles, établie par M. Berthelot.

» Lorsqu'on distille l'acide tartrique, soit seul, soit mélangé à la pierre ponce, il se forme toujours, en même temps que l'acide pyrotartrique, une petite quantité d'un liquide empyreumatique, qui surnage le produit distillé et dont il est impossible d'éviter la formation. En opérant sur 10 kilogrammes environ d'acide tartrique, j'ai pu recueillir une centaine de grammes de produit brut; le rendement est donc assez faible, 1 centième environ.

» Ce liquide brut est plus ou moins coloré, d'une odeur désagréable, extrêmement pénétrante. Il contient au moins trois substances :

» 1° Un liquide qui bout vers 230 degrés, produit principal;

» 2° Un autre liquide qui bout à une température plus élevée, vers 275 degrés;

» 3° Une matière noirâtre, solide, de nature bitumineuse, qui paraît tirer son origine, par condensation moléculaire, des deux corps précédents. En effet, le premier liquide, chauffé en vase clos pendant quelques heures au-dessous de 300 degrés, se colore, s'épaissit; son point d'ébullition s'élève graduellement et, en séparant ce qui passe jusqu'à 280 degrés, il reste dans la cornue un résidu noirâtre, très-épais, soluble dans l'alcool et dans l'éther, comme son générateur.

» Pour séparer le liquide le plus volatil, celui qui fait l'objet de ce travail, on effectue d'abord une première distillation jusque vers 260 degrés; la moyenne partie du produit distillé passe ensuite entre 226 et 235 degrés; une troisième distillation fractionnée donne un liquide sensiblement pur, qui distille au voisinage de 230 degrés.

» L'analyse de ce corps par l'oxyde de cuivre est difficile, sinon impos-

sible, en raison sans doute du peu de volatilité de la matière. Il faut se servir du chromate de plomb; encore est-il nécessaire de conduire l'opération avec une grande lenteur. On obtient alors des résultats parfaitement concordants :

	I.	II.	III.
Matière employée	0,152	0,1595	0,203
Acide carbonique	0,377	0,401	0,510
Eau	0,1185	0,119	0,154

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.
Carbone	68,36	68,56	68,52
Hydrogène	8,66	8,30	8,43

» En divisant ces quantités par les équivalents respectifs du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, et en multipliant les quotients par le facteur commun 0,7, on obtient les rapports suivants :

Carbone	7,98	8,0	8,0
Hydrogène	6,06	5,8	5,9
Oxygène	2,01	2,0	2,0

» La formule qui répond à ces quantités est donc

$$C^8H^6O^2,$$

formule qui se rattache d'une manière très-simple à celle de l'acide pyrotartrique, puisqu'elle n'en diffère que par de l'eau et par de l'acide carbonique en moins,

$$C^{10}H^8O^8 = C^2O^4 + H^2O^2 + C^8H^6O^2.$$

» Si la formule de ce corps était aussi simple, il devrait être considéré comme l'homologue supérieur de l'oxyde d'allylène de M. Berthelot; mais, comme l'oxyde d'allylène bout vers 62-63 degrés seulement, tandis que le dérivé pyrogéné de l'acide tartrique bout vers 230 degrés, ce dernier doit répondre à une formule plus compliquée, déduction confirmée par la détermination de la densité de vapeur prise au bain d'huile, par la méthode de M. Dumas. Voici les données de l'expérience :

Poids de la vapeur à 279 degrés	1,281
Température ambiante	7°,5
» du bain d'huile	279°
Pression barométrique	0,769
Volume du ballon	380cc
Air restant	0
Densité cherchée	5,18

» Pour la formule $C^{16}H^{12}O^{4}$, la théorie exige 4,84. La différence, assez faible d'ailleurs, qui existe entre le chiffre théorique et le chiffre expérimental, paraît moins due à l'impureté du produit qu'à l'altération notable qu'il éprouve à une température supérieure à son point d'ébullition; en effet, tandis que celui qui sert de point de départ est parfaitement incolore et qu'il en est de même de la portion qui distille, celui qui provient de la condensation de la vapeur restée dans le ballon est légèrement coloré.

» Quoi qu'il en soit, ce corps dérive de 2 molécules d'acide pyrotartrique, d'après l'équation suivante :

$$2C^{10}H^{8}O^{8} = 2C^{2}O^{4} + 2H^{2}O^{2} + C^{16}H^{12}O^{4}.$$

Je démontrerai, dans une autre Note, que telle est bien l'origine de ce composé, qui devient dès lors, d'après son mode de formation, une acétone dipyrotartrique, ou dipyrotartracétone.

» L'acétone dipyrotartrique est un corps neutre, extrêmement peu soluble dans l'eau; par contre, il dissout une petite quantité de ce liquide, que l'on peut enlever à l'aide du chlorure de calcium fondu. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone et le chloroforme.

» Son odeur est forte, aromatique, non désagréable, se rapprochant quelque peu de celle de certaines labiées. Sa densité est voisine de celle de l'eau.

» Il absorbe le brome à froid, avec dégagement de chaleur. Une solution aqueuse et concentrée de potasse est sans action sur lui, tandis qu'une solution concentrée d'acide chromique l'attaque avec une énergie telle, que le liquide peut entrer en ébullition.

» Je ne suis pas parvenu à le combiner aux bisulfites alcalins. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'acide du suc gastrique*. Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Berthelot.

« J'ai démontré, dans des Communications précédentes, que l'acide du suc gastrique n'est pas l'acide lactique, et que si, au bout d'un certain temps, le suc gastrique contient de l'acide sarcolactique, cet acide n'existe pas dans le suc gastrique pur et frais. Il y a donc lieu de rechercher quel est l'acide qui donne au suc gastrique son acidité.

» J'ai pensé que le suc gastrique des poissons pourrait se prêter à cette recherche. En effet, les squales et d'autres poissons très-carnassiers ont un suc gastrique très-actif et très-acide, qui, lorsque il est frais, ne contient que des traces d'acide sarcolactique, ou d'autres acides solubles dans l'éther.

» 1° Le suc gastrique des poissons n'est pas un liquide comme le suc gastrique des mammifères : c'est une masse mucilagineuse, cohérente, difficilement miscible à l'eau, et à peu près impossible à filtrer. L'examen microscopique montre que cette masse est constituée par une substance amorphe, mêlée à des cellules épithéliales et à de fines granulations. Elle se prend en masse par l'alcool, et se colore par les réactifs comme un tissu proprement dit.

» Si l'on traite cette masse mucilagineuse par une certaine quantité d'eau, elle finit par se dissoudre et filtrer ; quoique la filtration ait diminué l'activité digestive du liquide, il peut encore faire de très-bonnes digestions artificielles.

» L'examen du suc gastrique de divers poissons, des genres *Lophia*, *Scyllium* et *Raja*, m'a montré que le suc gastrique de ces animaux a une acidité considérable, bien supérieure à tout ce que nous connaissions chez les vertébrés ; puis, que cette acidité est, en moyenne, de 10 grammes (en poids de HCl) pour 1000 grammes, et va dans certains cas jusqu'à 15 grammes.

» 2° Le dosage du chlore total et des bases (potassium, sodium, calcium) contenues dans ce suc gastrique démontre qu'il y a du chlore libre, non saturé par les bases. Ce fait, que Schmidt avait démontré pour le suc gastrique des mammifères, est donc un fait général et s'appliquant aussi aux poissons.

» Ainsi, dans un cas, le poids du chlore total étant de 3,932, le poids du chlore combiné aux bases, en supposant que toutes ces bases fussent à l'état de chlorures, n'était que de 1,95.

» 3° Cependant, en se fondant sur les expériences de M. Berthelot, on peut démontrer que le chlore n'existe pas à l'état d'acide chlorhydrique libre, dégagé de toute combinaison avec les substances organiques.

» En effet, d'après M. Berthelot, si on met l'acide chlorhydrique en présence d'un acétate alcalin, le chlore se fixe au métal, et la totalité de l'acide acétique est mise en liberté, ce qu'on peut constater par la méthode des coefficients de partage. Pourvu que l'acétate soit en excès, on retrouve le coefficient de partage de l'acide acétique, soit 1,4.

» Or, si l'on traite le suc gastrique de poisson par l'acétate de soude en excès, on ne retrouve pas le coefficient de partage de l'acide acétique :

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Suc gastrique.....} & 2,2 \\ \text{Éther...........} & 0,3\end{array}\right\} R = 7,3.$$

Avec du suc gastrique un peu vieux, ce résultat est encore très-net, quoique moins marqué :

Suc gastrique.....	11,6	R = 5,3;
Éther...........	2,2	
Suc gastrique.....	9,3	R = 5,4.
Éther...........	1,7	

donc l'acide chlorhydrique n'est pas à l'état de liberté dans le suc gastrique, puisqu'il ne déplace que la moitié de l'acide acétique de l'acétate de soude.

» On peut supposer que cette combinaison d'acide chlorhydrique est analogue aux sels acides qu'on obtient en traitant le glycocolle, la leucine ou l'alanine par l'acide chlorhydrique. Et, en effet, le chlorhydrate de leucine ne déplace pas non plus tout l'acide acétique de l'acétate de soude :

Eau......	5,6	R = 2,8.
Éther.....	2	

» En mettant 2 équivalents de leucine, le coefficient de partage est plus élevé :

Eau.........	10,4	R = 3,5.	Eau.........	8,4	R = 3,8.
Éther........	3,0		Éther........	2,2	

Ces faits, ainsi que d'autres fondés sur la plus ou moins grande rapidité dans la dialyse, montrent qu'il y a une analogie évidente entre l'état de l'acide chlorhydrique dans le suc gastrique et les combinaisons de l'acide chlorhydrique avec les acides amidés (leucine, alanine) qui, d'après M. Schützenberger, sont les homologues inférieurs des matières albuminoïdes.

» D'ailleurs, on peut, par une sorte de synthèse, reproduire cette combinaison entre l'acide chlorhydrique et les substances contenues dans l'estomac. En prenant la muqueuse de la caillette d'un veau, après l'avoir lavée avec soin à l'eau froide, si on la fait infuser dans de l'eau tiède contenant de l'acide chlorhydrique, l'infusion filtrée aura les mêmes caractères que le suc gastrique, et ne décomposera plus les acétates, comme le ferait l'acide chlorhydrique en solution aqueuse :

Eau.........	4,2	R = 6.	Eau.........	5,3	R = 6,6.
Éther........	0,7		Éther........	0,8	

» Si l'on traite ce liquide par le carbonate d'argent pour éliminer l'acide

chlorhydrique, puis par l'hydrogène sulfuré, et enfin, après évaporation, par l'alcool absolu bouillant, on obtient des substances cristallisables parmi lesquelles il est facile de reconnaître des quantités notables de tyrosine et de leucine.

» Ces faits démontrent donc que l'acide chlorhydrique du suc gastrique s'y trouve à l'état de combinaison avec la tyrosine, la leucine, et peut-être d'autres substances analogues, c'est-à-dire que le suc gastrique contient en réalité un sel formé par une base faible, dérivée des matières albuminoïdes, sel qui existe dans l'eau en partie non décomposé, en partie résolu en leucine et acide libre [1]. »

ANTHROPOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'inégalité des régions correspondantes du crâne.* Note de M. G. Le Bon, présentée par M. Larrey.

« Dans les études que je poursuis sur les changements de forme et de volume du cerveau, que l'on observe chez les individus d'une même race, j'ai eu l'occasion de rechercher si les diverses parties des deux hémisphères cérébraux étaient habituellement de même volume du côté droit et du côté gauche.

» Ne pouvant avoir facilement recours à des pesées du cerveau, j'ai dû effectuer mes recherches sur le crâne. Mes mesures ont été prises sur trois cents crânes environ, de différentes séries, de la collection du Musée d'anthropologie, mise gracieusement à ma disposition par M. Broca.

» Il y a déjà longtemps que les anatomistes s'étaient demandé si les deux hémisphères cérébraux étaient bien égaux. L'opinion la plus répandue était celle de Bichat, qui considérait qu'un défaut de symétrie de ces organes devait s'accompagner d'un défaut de rectitude du jugement. L'autopsie de cet illustre anatomiste, dont le crâne était des plus irréguliers, a montré combien cette opinion était peu fondée.

» Chez l'homme, la plupart des organes sont généralement plus développés du côté droit que du côté gauche; mais, en considérant que la portion gauche du cerveau préside aux fonctions de la partie droite du corps, on pourrait supposer *à priori* que c'est l'hémisphère gauche du cerveau qui doit être le plus développé. Un professeur de Bordeaux, M. le Dr H. Fleury, a soutenu

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

récemment une opinion semblable, en se basant sur ce que la circulation est plus active dans l'hémisphère gauche que dans l'hémisphère droit, par suite de la dissymétrie des divisions de la crosse aortique.

» Malgré leur apparence rationnelle, ces théories n'ont pas été confirmées par l'observation. Sur les deux cent quatre-vingt-sept crânes que j'ai mesurés, en prenant pour points de repère le plan vertical passant par la protubérance occipitale externe et le prolongement supérieur de la suture médiane des os du nez, j'ai trouvé les résultats suivants :

Crânes où il y a prédominance du côté droit sur le côté gauche......	125
Crânes où il y a prédominance du côté gauche sur le côté droit......	111
Crânes dont les divers os sont inégaux, mais dont les inégalités se compensent, en sorte que la moitié droite est à peu près égale à la moitié gauche....................................	51
	287

» Il y a, comme on le voit, avantage au profit du côté droit, mais il est minime; et, en réalité, le crâne est plus développé tantôt à droite, tantôt à gauche, sans qu'il soit possible d'assigner des raisons sérieuses à cette inégalité de développement.

» J'avais d'abord cru que l'inégalité de développement des parties homologues du crâne devait être plus fréquente à gauche qu'à droite chez les sujets intelligents, et les observations faites sur plus de deux cents têtes vivantes avec le conformateur des chapeliers m'avaient amené à croire un instant à l'exactitude de cette hypothèse; mais j'ai reconnu depuis que, en raison de la difficulté de bien placer le grand axe de cet instrument, on ne peut pas se fier à ses indications. Je conserve cependant en album, à la disposition des personnes que cela pourrait intéresser, deux cents dessins pris sur le vivant avec un conformateur.

» Sur quelles régions du crâne porte l'inégalité de développement que j'ai signalée? *A priori*, il semblerait qu'elle doit être du même sens pour tous les os d'un même côté; mais l'observation vient encore contredire cette hypothèse. Quand c'est, par exemple, le frontal qui prédomine à droite, on voit le plus souvent le pariétal prédominer à gauche, et *vice versa*. Lorsqu'il arrive que le pariétal et le frontal prédominent d'un même côté, on peut être à peu près certain que l'occipital prédominera de l'autre.

» Quand les deux moitiés du crâne semblent égales, comme dans les cas mentionnés dans le tableau qui précède, c'est que l'inégalité de certains os d'un côté a été compensée par des inégalités du côté opposé : la prédomi-

nance du pariétal à droite, par exemple, sera compensée par la prédominance de la moitié gauche de l'occipital, et les deux moitiés du crâne sembleront symétriques; mais, dans aucun des trois cents crânes environ que j'ai mesurés, je n'ai trouvé toutes les parties correspondantes du côté droit et du côté gauche également développées.

» Les observations qui précèdent démontrent que le crâne, et vraisemblablement le cerveau, dont il reproduit la forme, présentent un défaut de symétrie *constant*, qui n'est pas de même sens pour chacune de ses parties. Je me borne à établir ce fait anatomique important, sans chercher à en tirer maintenant aucune conséquence physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Classification des Stellérides.* Note de M. C. VIGUIER, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans les diverses classifications du groupe des Stellérides, on s'est surtout servi des caractères fournis par le squelette extérieur et par les diverses productions accessoires : piquants, granules, etc., qui le revêtent. Il m'a semblé que, sans négliger les renseignements fournis par leur étude, il y avait des caractères plus précis à tirer des dents elles-mêmes, ainsi que des parties internes du squelette, en particulier des arcs interbrachiaux, et surtout de la pièce qui supporte les dents et que je nomme pour cette raison *odontophore*. Les arcs interbrachiaux avaient été figurés dans quelques genres; mais les odontophores n'avaient jamais attiré l'attention d'une manière spéciale; enfin on ne connaissait pas la présence, dans les ambulacres de quelques Stellérides, de couronnes de spicules calcaires, analogues à celles que l'on trouve dans les Oursins, bien que ne présentant pas la même régularité.

» Ces études ne peuvent être concluantes qu'autant qu'elles s'adressent à un grand nombre de genres. M. Perrier a mis à ma disposition tous les doubles disponibles de la collection du Muséum et j'ai pu d'autre part étudier plusieurs types à l'état vivant, au laboratoire de Zoologie expérimentale de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff. J'ai réuni ainsi 37 espèces appartenant à 27 genres répartis dans les diverses familles, et voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» Tout d'abord, nous retrouvons la grande et profonde séparation entre les *Asteriadæ*, d'une part, et toutes les autres familles du groupe, de l'autre. Chez toutes les *Asteriadæ*, les dents sont absolument tronquées du côté de la bouche, et reposent par une surface plane sur l'odonto-

phore, qui est massif et présente à sa face inférieure un double plan incliné, en rapport avec les dents. Celles-ci, vu l'étendue des surfaces en contact, ne peuvent donc avoir que peu ou point de mouvements. Les types examinés sont : *Asterias glacialis*, *Stichaster aurantiacus*, *Pycnopodia heliantoides*, et les *Heliaster helianthus*, *microbrachia* et *Kubinijii*. La forme des dents est la même dans tous les cas, et celle de l'odontophore également dans les trois premiers genres. Il ne me paraît donc pas possible de séparer de cette famille, comme le propose M. Agassiz, le genre *Pycnopodia* pour le rapprocher du *Solaster papposus*, qui en diffère profondément. Dans le genre *Heliaster*, l'odontophore est bien le même ; mais, pour donner plus de solidité au cercle oral formé de très-petites pièces, il s'est soudé à une pièce plus grosse, située en arrière de lui, et à la face orale de laquelle il fait une saillie qui le fait reconnaître facilement.

» Si nous passons aux autres familles, nous trouvons que les dents, plus ou moins grosses, plus ou moins pointues, ne sont jamais absolument tronquées du côté oral, et qu'elles ont pris, dans le plan général de la bouche, la prépondérance sur les premières pièces ambulacraires, tandis que c'est l'inverse qui a lieu dans toute la famille des *Asteriadæ*. L'odontophore, presque simple chez les *Echinasteridæ*, où les dents sont très-faibles, se montre partout ailleurs composé d'un corps et de deux petites apophyses, plus ou moins saillantes, portant des surfaces articulaires. Ces apophyses s'engagent dans les trous qui résultent de la coalescence des premières paires ambulacraires et interambulacraires, et, de la sorte, les dents, au lieu de reposer sur un plan, sont libres d'osciller autour de ces apophyses. Des muscles particuliers déterminent les mouvements d'écartement et de rapprochement de chaque paire de dents.

» Voici les groupements nouveaux que je propose (les noms des espèces étudiées se trouvent entre parenthèses) :

» Les genres *Echinaster* (*E. sepositus*) et *Cribrella* (*C. oculata*) appartiennent à une même famille des *Echinasteridæ*, qui se distingue nettement des autres. Le genre *Mithrodia* (*M. clavigera*), qui s'en rapproche, devrait toutefois, je pense, en être séparé, et former le type d'une famille des *Mithrodiæ*, qui a d'autre part des affinités avec les *Linckiadæ*.

» Le *Solaster papposus* et le *Solaster endeca* sont bien, contrairement à l'opinion de M. A. Agassiz, deux espèces d'un même genre. Leurs affinités sont avec les *Acanthaster* (*A. echinites*), avec lesquels ils doivent former une famille des *Solasteridæ*. Les *Linckiadæ*, dont je sépare le genre *Fromia* (*F. milleporella*), s'enrichissent du genre *Chætaster* (*Ch. longipes*), qui faisait

partie des *Astropectinidæ*. Il y a dans cette famille une grande coupe à établir : d'une part les genres *Ophidiaster* (*O. pyramidatus* et *O. ophidianus*) et *Scystaster* (*S. variolatus*); d'autre part, les genres *Linckia* (*L. miliaris* et *L. diplox*) et *Chœtaster*. Dans le premier groupe, les pièces que M. Gaudry appelait *interambulacraires internes,* au lieu d'aller de la pièce ambulacraire à la deuxième rangée à partir du sillon, se portent sur la troisième, dont les pièces sont plus grosses; on ne saurait donc leur assigner un numéro de série.

» Dans les *Goniasteridæ*, il y a sans doute de grandes divisions à faire; malheureusement je n'ai pu étudier qu'un nombre trop restreint de types. Toutefois, je séparerai les *Pentagonaster* (*P. astrologorum*), auxquels je réunis les *Fromia* du reste de la famille, où je laisse les genres *Pentaceros* (*P. reticulatus, P. muricatus* et *P. turritus*), *Anthenea* (*A. articulata*), *Goniodiscus* (*G. pleyadellæ*), *Culcita* (*C. Schmideliana*) et *Gymnasteria* (*G. carinifera*). Mais, je le répète, l'étude d'autres genres amènera de nouveaux groupements.

» Les *Asterinidæ* comprennent les *Asterina* (*A. gibbosa* et *A. calcar*) et les *Palmipes*. Le *Palmipes membranaceus* est assez distinct; mais le *P. inflatus* le relie très-nettement aux *Asterina*, et même aux *Porania* (*P. pulvillus*), que je propose de réunir à cette famille, et qui, dans la classification de Müller et Troschel, formaient avec les *Gymnasteria* le genre *Asteropsis*. Les *Gymnasteria* appartiennent, au contraire, ainsi que nous l'avons vu, à la famille des *Goniasteridæ,* ainsi que le montrent la structure de leur appareil dentaire et la présence de spicules dans leurs ambulacres.

» Les *Astropectinidæ*, réduites aux genres *Astropecten* (*A. aurantiacus*), *Luidia* (*L. clathrata*) et *Ctenodiscus* (*C. corniculatus*), forment une famille très-naturelle; mais il faut en séparer complétement les *Archaster*, tout au moins les *A. typicus* et *angulatus* qui, pour le moment, restent parfaitement isolés.

» Je n'ai pu étudier aucun échantillon des autres familles, et je me tiendrai par conséquent dans une réserve absolue. Je dirai toutefois que, de la lecture attentive du Mémoire de M. Sars et de l'examen de ses planches, il résulte pour moi la conviction que, malgré ses deux rangées d'ambulacres et ses autres particularités, le genre *Brisinga* doit être rapproché des *Asteriadæ*. Peut-être l'odontophore aura-t-il subi quelque modification du même ordre que celle qu'il présente dans l'*Heliaster*, bien que la figure ne soit pas très-démonstrative à cet égard; mais les dents sont bien des dents d'*Asteriadæ*. Ainsi se trouverait confirmée l'opinion qu'avait fait concevoir à M. Perrier la présence chez le *Brisinga* des pédicellaires croisés, qu'il regarde comme caractéristiques des *Asteriadæ*. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la garniérite.* Note de M. J. **Garnier**, présentée par M. Daubrée.

« Dana a publié, d'après le professeur Liversidge, la première formule de la garniérite dans l'appendice de la 5e édition de sa *Minéralogie*; il l'écrit

$$(\dot{M}g, \dot{N}i)^{10}\ddot{S}i^{8} + 3\dot{H}.$$

» Les nombreuses analyses aujourd'hui publiées de la garniérite, aussi bien que celles que nous faisons constamment à notre laboratoire de Septèmes, que dirige M. A. Thollier, nous conduisent à donner à ce minéral la formule suivante, peu différente d'ailleurs de la première :

$$(\dot{M}g, \dot{N}i)\ddot{S}i + n\dot{H}.$$

» Toutefois cette formule elle-même tend à se modifier d'autant plus que la somme des éléments accidentels, comme le fer, la chaux, l'alumine, le chrome, le cobalt, le cuivre, augmente.

» L'eau de combinaison et celle du mélange varient aussi d'un échantillon à un autre; ainsi l'eau mélangée peut être de 5 à 12 pour 100 et l'eau de combinaison de 5 à 11 pour 100.

» Il est encore à remarquer que les deux bases, oxyde de nickel et de magnésie, n'ont aucun rapport défini entre elles, bien que la somme de l'oxygène qu'elles contiennent soit la moitié de l'oxygène de la silice; ces deux bases se complètent l'une l'autre en toute proportion.

» Enfin la couleur même du minéral est essentiellement variable : suivant sa richesse en nickel, il présente toutes les gammes de ton, depuis le blanc, à peine verdâtre, jusqu'au vert-émeraude intense. Nous avons même autrefois signalé le cas extrême où l'oxyde de nickel manque complétement; on a alors un minéral translucide, d'un blanc légèrement jaunâtre et de la composition suivante :

		Oxygène.
Silice	41,80	22,12
Magnésie	37,38	14,25
Protoxyde de fer	1,36	0,40
Eau	20,39	18,12

» La formule $\dot{M}g^{3}\ddot{S}i^{2} + n\dot{H}$ de ce minéral se rapproche de la formule de Dana, où le nickel serait remplacé par la magnésie. J'avais rapporté cet hydrosilicate de magnésie à la « gymnite, du Massachussetts;

mais, comme il est associé à la garniérite à la Nouvelle-Calédonie, qu'il s'y rencontre dans les mêmes conditions géologiques, je pense qu'on peut le considérer comme le cas extrême d'une *garniérite sans nickel*.

» Parmi les nombreux échantillons de garniérite que j'ai été à même d'examiner, j'en avais remarqué quelques-uns, à structure mamelonnée, formant un enduit de faible épaisseur sur leur gangue magnésienne; la couleur de cette substance, malheureusement très-friable, était un vert-émeraude, clair, très-éclatant, indice d'une grande richesse en nickel. La séparation de sa gangue fut faite avec le plus grand soin, mais sans qu'on fût pourtant certain qu'il n'y ait pas eu un peu de mélange; voici la composition donnée par l'analyse, après une dessiccation qui a enlevé 7,20, provenant sans doute d'humidité :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	44,40	23,68	2
Oxyde de nickel	38,61	8,24	
Protoxyde de fer	0,43	0,10	
Alumine	1,68	0,79	1
Chaux	1,07	0,31	
Magnésie	3,45	1,38	
Eau	10,34	9,19	
	100,00		

» Cette composition conduit encore à notre formule; de plus, elle se rapproche beaucoup du cas extrême où la magnésie tend à disparaître.

» La description que j'ai donnée en 1867 de la gymnite ou garniérite sans nickel s'applique exactement à la garniérite elle-même et surtout à celle dont nous venons de donner l'analyse; je disais alors de cet hydrosilicate qu'il a « ... une structure mamelonnée, gélatineuse, et paraît avoir été précipité d'une dissolution ». (*Annales des Mines*, 6e série, tome XII, p. 74.)

» La garniérite ne serait donc point celui de la décomposition de sulfures ou arsénio-sulfures. D'ailleurs, l'énergie que le nickel montre à retenir de dernières traces de soufre et d'arsenic suffirait à écarter cette origine pour le minéral qui nous occupe, car il ne contient pas trace de ces corps.

» Nous ne ferons pas davantage de la garniérite une variété de la pimélite. Bien qu'on ait récemment découvert en Espagne et ailleurs des roches à base d'oxyde de nickel, nous avons pu constater qu'aucune d'elles ne peut se rapporter à l'espèce garniérite, et nous ne serions pas éloignés de penser que les minerais à base d'oxyde de nickel, de composition simple,

exempts de soufre et d'arsenic, sont une sorte d'exception que la Nouvelle-Calédonie a été seule appelée à présenter au monde scientifique et industriel. »

MINÉRALOGIE. — *Production artificielle de la brochantite.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Le 22 mars 1877, de la galène, en fragments de clivage, fut placée dans une solution moyennement concentrée de sulfate de cuivre. L'expérience, arrêtée le 26 février 1878, c'est-à-dire après onze mois, montra que le plomb sulfuré, très-profondément corrodé, s'était recouvert d'une multitude de rosettes cristallines très-brillantes, et d'un vert-émeraude des plus vifs. En même temps, le liquide avait laissé déposer en abondance une matière blanche, aisée à reconnaître pour du sulfate de plomb.

» La substance verte, soumise à divers essais chimiques, se comporte comme le sous-sulfate de cuivre connu des minéralogistes sous le nom de *brochantite*. On sait que, découverte par M. Lévy, dans les mines de Katherinebourg, cette espèce, retrouvée dans quelques localités, est jusqu'ici très-rare.

» Il faut rappeler que la brochantite a déjà été obtenue artificiellement par M. Friedel, en chauffant à 250 degrés la solution aqueuse du sulfate de cuivre [1]; mais le procédé que nous venons de faire connaître paraît reproduire des conditions plus souvent réalisées dans la nature.

» En effet, outre que deux analyses de Magnus [2] signalent l'oxyde de plomb dans la brochantite, M. Delafosse cite l'association, en Hongrie, de cette espèce avec la galène [3]. D'ailleurs l'oxydation spontanée de certaines pyrites de cuivre peut aisément alimenter des suintements de cyanose au contact du plomb sulfuré.

» Quant à la réaction chimique, en vertu de laquelle la galène [4] donne lieu à la production de la brochantite, je n'ai pu encore, faute d'une quan-

---

(1) FRIEDEL, *Bulletin de la Société chimique*, année 1860.

(2) MAGNUS, *Poggendorff's Annalen*, t. XLII, p. 468.

(3) DELAFOSSE, *Nouveau cours de Minéralogie*, t. III, p. 553.

(4) Il faut remarquer ici que la blende, qui ne paraît, au point de vue de l'expérience, différer de la galène qu'en ce qu'elle ne donne pas de *sel insoluble* avec l'acide sulfurique, ne détermine pas la transformation de la couperose bleue en brochantite.

tité suffisante de substance, l'étudier d'une manière complète; mais la durée de l'expérience est trop longue pour que je ne me sois pas cru autorisé à en signaler le résultat avant de l'avoir répétée. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Les Tigillites siluriennes*. Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Hébert.

« A l'époque où M. de Saporta, le savant paléontologiste d'Aix, attirait l'attention des botanistes et des géologues sur la nouvelle et curieuse fougère (*Eopteris Andegavensis*, Saporta) des schistes à *Calymene Tristani*, Brgnt., d'Angers, je m'efforçais d'étudier, dans leurs plus minutieux détails, de nombreuses empreintes siluriennes (¹) dont l'organisation ne me paraît point avoir été jusqu'à ce jour sérieusement appréciée.

» Les corps organisés que j'ai eus en vue ont été appelés *Tigillites*, par M. Marie Rouault (²). En Bohême, M. de Barrande signale, à divers horizons de sa faune seconde silurienne, le même fossile sous le nom de *Fucoides cylindricus*. Bien différente est l'opinion qui voudrait l'attribuer à des traces d'Annélides : d'où le nom de *Scolithus linearis*, Hall., que lui donnent les géologues américains.

» Le *Scolithus linearis*, dit M. Dufrénoy, se présente sous la forme de tiges cylindriques un peu cannelées avec des nœuds de distance en distance; ces tiges sont placées presque toujours perpendiculairement à la direction des couches, c'est-à-dire dans une position inverse à celle qu'auraient dû prendre des corps charriés par les eaux; il faut donc qu'ils appartiennent à des coraux qui ont vécu sur la place même où on les trouve actuellement, ou à des plantes qui ont végété en même temps que les grès se déposaient. »

» Une grande incertitude règne, on le voit, à l'égard de ces problématiques Tigillites, généralement attribuées à des traces d'Annélides. Des empreintes très-instructives m'ont cependant permis d'interpréter autrement l'ensemble de ces fossiles; ce sont :

» 1° Des tiges visiblement noueuses, d'une grosseur variable, parfois longues de 1 mètre et plus (*Tigillites Dufrenoyi*, Rouault);

(¹) Les empreintes qui ont servi de base à ces études proviennent, pour la plupart, du massif silurien de Sillé-le-Guillaume (Sarthe), où je viens de découvrir : *Lingula Brimonti*, Rouault, *Lingula Hawkei*, Rouault, *Lingula subgranulata*, Trom. Lebesc.

(²) *Note préliminaire sur une nouvelle formation découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne*, par M. Marie Rouault (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1849-1850, 2ᵉ sér., t. VII, p. 740).

» 2° Des tiges plus volumineuses de la grosseur du pouce, à nœuds irréguliers très-rapprochés;

» 3° Des empreintes filiformes, plus ou moins sinueuses, complétement lisses, dépendant des précédentes (*Forlaites Hœninghausi*, Rouault).

» Si l'on apprécie avec soin la nature des noyaux qui représentent exactement la forme de l'ancien corps organisé, il est aisé de reconnaître que ces tiges étaient cylindriques, noueuses, à nœuds ou diaphragmes plus ou moins rapprochés. Un examen attentif nous permet de constater, dans l'intervalle des diaphragmes, des stries longitudinales et parallèles parfois très-visibles. Sur plusieurs de nos échantillons ce caractère est fort appréciable.

D'autres empreintes plus volumineuses coexistent, avec les précédentes, dans les mêmes roches. Considérées, par un bon nombre de géologues, comme des productions distinctes des premières; elles ne doivent pas, à mon avis, en être séparées. J'ai pu observer, en effet, que les plus grosses d'entre ces tiges constituent réellement la portion inférieure du *Tigillites Dufrenoyi*, Rouault. Elles présentent une succession de nœuds irréguliers, très-rapprochés, dont l'aspect rappelle à l'esprit certains rhizomes récemment découverts par nous dans les grès éocènes du Mans et d'Angers. Ces empreintes doivent être prises pour la portion inférieure du *Tigillites*, d'où émanent des fibrilles filiformes, lisses d'un diamètre de 1 à 3 millimètres. Cette organisation est toute végétale. Les fibrilles que je tiens pour les organes appendiculaires du *rhizoïde* [1] de la Tigillite sont presque toujours isolées dans nos grès. Elles constituent ces traces organiques tigilliformes rapportées, par les géologues, au genre *Foralites* de Rouault. Or les Foralites ne sont en réalité que les fibrilles de la partie inférieure (rhizoïde) des Tigillites, dont les formes et les dimensions extrêmement variables ont donné lieu à la distinction des prétendues espèces établies par le savant géologue breton.

» Les lignes précédentes tendent à prouver dès maintenant :

» 1° Que les Tigillites siluriennes de l'ouest de la France ne représentent, pour la plupart, ni des tubes d'Annélides, ni des traces laissées par les Annélides sur les sables de la mer silurienne;

» 2° Que ces Tigillites ne doivent pas être attribuées à des algues, mais à des végétaux plus élevés, sans doute éteints, ayant vécu dans des eaux peu profondes. A mon avis, les Tigillites peuvent être tenues, avec les

(1) Je désigne par ce mot la portion inférieure de la Tigillite correspondant au rhizome des cryptogames acrogènes et des monocotylédones.

algues, pour les plus anciennes plantes qui aient existé sur notre continent; c'étaient des végétaux à l'aspect calamitoïde, remarquables par leurs longues tiges cylindriques, articulées, striées à articulations plus ou moins rapprochées et irrégulières vers le bas des tiges.

» J'espère reprendre prochainement, pour les compléter, ces premières études, dont les géologues concevront aisément l'importance. »

M. Fano adresse une Note relative au rôle de la rétine, dans la vision des objets rapprochés ou éloignés.

D'après l'auteur, pour que la vision soit possible, il n'est pas indispensable que les images se forment rigoureusement sur la rétine, c'est-à-dire que tous les rayons émanés d'un même point extérieur viennent concourir en un foyer unique, dans l'épaisseur de la couche des bâtonnets. Si cette condition n'est pas remplie, la vision perd seulement de sa netteté.

L'auteur a cherché, par l'étude comparative de l'œil sain et de l'œil affecté de diverses maladies, telle que l'atrophie blanche ou l'atrophie grise du nerf optique, quelles sont les limites entre lesquelles peut s'accomplir la lecture de caractères d'imprimerie.

Comme conclusion de ce travail, il formule la proposition suivante : « La rétine joue, dans la vision à diverses distances, un rôle dont il est nécessaire de tenir compte, dans la discussion du problème de l'accommodation de l'œil aux diverses distances. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de M. Faye, en l'absence de son doyen, M. Liouville, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. Le Verrier :

En *première ligne*. . . . . . M. C. Wolf.
En *deuxième ligne*. . . . . . M. F. Tisserand.
En *troisième ligne*. . . . . . M. Stephan.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Écart de la normale. (5)	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol sans abri. (9)	à 0m,20 (midi). (10)	à 0m,30 (midi). (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE ENREGISTREUR. (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (sans correction locale). (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	pll	mg
1	766,2	0,1	2,0	1,1	− 2,9	0,7	0,6	3,6	1,1	1,8	2,8	4,0	84	.	.	45,8	0,1
2	762,3	− 0,7	5,1	2,2	− 1,9	2,3	2,7	4,6	1,9	1,9	2,8	4,8	87	0,0	.	63,5	0,1
3	763,2	− 0,4	6,1	2,9	− 1,4	3,1	3,1	4,0	3,3	2,1	2,3	5,6	97	0,1	0,7	67,1	0,1
4	767,5	2,9	4,7	3,8	0,0	3,3	2,9	4,0	4,1	3,2	3,0	4,4	77	0,0	1,6	64,4	0,1
5	769,5	− 1,0	2,4	0,7	− 3,6	− 0,3	− 1,3	16,6	2,0	2,7	2,8	4,2	95	.	.	33,7	0,3
6	768,9	− 2,1	5,8	1,9	− 3,1	0,1	− 0,7	30,1	4,2	2,3	2,5	4,1	89	.	.	63,4	0,3
7	770,1	− 1,3	0,3	− 0,5	− 5,8	− 0,9	− 1,8	2,7	− 0,2	2,5	2,6	3,9	91	.	.	76,1	0,3
8	770,7	− 2,9	− 1,0	− 2,0	− 6,9	− 2,4	− 3,6	3,4	− 1,4	2,0	2,2	3,6	95	.	.	60,7	0,3
9	764,5	− 4,1	− 1,9	− 3,0	− 7,9	− 2,8	− 4,1	5,4	− 2,2	1,7	1,9	3,6	99	0,0	.	.	0,6
10	756,8	− 3,2	3,9	0,4	− 3,9	0,6	0,9	4,5	0,7	1,5	1,6	5,0	99	0,1	.	57,7	0,8
11	753,9	2,5	9,7	6,1	2,0	5,3	5,4	8,8	6,3	2,0	1,9	6,2	92	0,0	0,8	85,4	0,7
12	761,3	1,1	8,1	4,6	0,7	3,4	2,3	35,6	7,2	3,4	3,1	4,2	76	.	(1,4)	52,0	0,7
13	759,3	0,0	13,0	6,5	2,9	6,9	8,1	13,8	6,7	3,3	3,2	7,1	88	0,1	(1,5)	34,4	0,5
14	756,3	7,2	12,0	9,6	6,2	9,2	9,4	11,4	9,3	5,2	4,6	7,9	90	1,7	1,4	28,9	0,8
15	760,6	7,8	13,6	10,7	6,6	10,3	10,3	26,0	12,3	6,3	5,7	8,6	91	0,0	1,0	40,1	0,7
16	765,7	7,3	12,9	10,1	5,6	9,9	9,4	8,1	9,5	7,1	6,5	8,5	96	0,1	0,5	33,7	0,7
17	764,5	5,4	16,9	11,2	6,0	10,3	10,3	28,3	13,0	7,5	7,1	7,7	84	.	1,6	51,2	0,7
18	762,1	7,7	13,3	10,5	6,4	9,3	8,8	14,3	10,9	7,7	7,4	7,3	87	1,3	1,5	13,6	0,7
19	768,3	4,1	6,6	5,4	1,1	5,7	4,6	3,6	4,3	6,8	6,8	6,0	91	0,0	0,5	13,2	0,9
20	764,9	3,2	5,4	4,3	0,2	4,7	2,9	6,1	5,1	6,3	6,3	5,6	92	.	0,6	40,4	0,9
21	770,6	1,8	9,3	5,6	1,5	5,3	5,3	10,7	7,0	5,9	5,9	6,3	95	0,0	0,4	21,8	0,7
22	771,2	1,3	10,8	6,1	1,5	6,1	5,5	16,5	8,5	5,9	5,9	6,1	91	.	0,7	35,8	0,5
23	764,6	2,5	12,8	7,7	2,8	6,2	5,7	31,7	9,3	5,9	5,8	6,2	88	.	1,1	31,4	0,2
24	761,6	3,1	7,4	5,3	0,4	5,4	4,4	6,7	5,4	6,2	6,2	6,2	96	0,0	0,4	23,2	0,4
25	760,3	3,9	10,6	7,3	2,1	7,1	6,9	10,3	8,2	6,1	6,1	6,8	91	0,7	1,0	27,1	0,5
26	762,3	6,8	11,3	9,1	4,0	9,1	8,3	8,5	8,6	6,7	6,4	6,5	79	0,0	1,8	20,0	0,8
27	757,6	3,0	14,4	8,7	3,7	8,8	8,9	35,7	9,7	6,7	6,6	6,8	79	5,3	2,6	32,9	0,8
28	758,1	9,3	14,2	11,8	6,2	11,7	11,8	7,2	10,9	7,9	7,4	9,3	89	1,9	1,1	17,0	0,9

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) moyennes des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète, la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduit en multipliant les nombres par 3.

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.) (18)	Inclinaison. (Fortification.) (19)	Intensité horizontale. (Parc.) (20)	Intensité totale. (Parc.) (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
						km	kg			
1	17°.5',4	65°.35',1	1,9315	4,6534	NNE	20,2	3,8	NE	10	Vent soutenu jusqu'à 2^h soir.
2	5,6	33,9	9324	6523	N	15,5	2,3	N	9	Un peu de neige le mat., puis gout. de pluie.
3	5,5	33,9	9319	6508	N	15,3	2,2	»	10	Id. ensuite pluies intermittentes.
4	5,4	33,7	9312	6488	NE	14,5	2,0	NE	9	La pluie cesse avant le jour.
5	5,0	34,4	9309	6500	NE	14,5	2,0	NE	9	Givre le matin, léger brouillard le soir.
6	6,5	34,3	9314	6506	NE	10,8	1,1	NE	7	Brumeux le matin, très-couvert le soir.
7	4,5	35,3	9303	6512	N à E	8,5	0,7	»	10	Uniformément couvert, brumeux.
8	4,2	35,0	9312	6522	N à E et SE	5,9	0,3	»	10	Id. brumes élevées.
9	3,8	35,0	9308	6514	S	9,6	0,9	»	10	Id. rares flocons de neige le matin.
10	6,2	34,3	9313	6506	S	10,8	1,1	»	10	Verglas le mat.; soirée et matinée pluvieuses.
11	6,8	33,8	9322	6511	WSW; puis NE	6,7	0,4	NW	10	Gouttes de pluie matin et soir.
12	6,1	34,1	9316	6508	ESE	13,9	1,8	Variable	4	Ciel variable, faible rosée le soir.
13	6,1	33,5	9320	6500	S ¼ SW	20,7	4,0	SSW	10	Petites pluies entre 6^h et 9^h m., faibles bourr.
14	4,8	33,8	9315	6496	S	19,8	3,7	SSW	10	Presque continuell. pluvieux, surtout de 5 h. à 9 h. 30 m. matin et de 5 h. à 8 h. soir.
15	5,9	33,4	//	//	SSW	14,9	2,1	SW	9	Pluvieux de 9^h matin à midi.
16	5,0	33,5	9319	6497	SSW	9,3	0,8	SSW	10	Léger brouillard et pluie fine le matin.
17	5,5	33,1	9324	6498	S	12,1	1,4	SSE *k*	4	État du ciel variable.
18	3,5	33,8	9314	6492	SSW à NW	12,1	1,4	SSW *k*	6	Matinée pluvieuse.
19	2,3	34,2	9316	6511	NW puis SSE	8,2	0,6	»	10	Gouttes de pluie le matin.
20	4,5	34,1	9317	6508	SE	8,4	0,7	»	10	Couvert et brumeux.
21	4,7	33,6	9321	6505	S	5,0	0,2	»	8	Brouil. et gout. de pluie le mat. Rosée le soir.
22	5,8	33,2	9324	6501	E	5,6	0,3	ENE	7	Variable et forte rosée le soir.
23	5,8	33,1	9325	6500	E à S	8,7	0,7	NE à SE	4	Id. brumeux; rosée le matin.
24	4,5	33,6	9321	6505	S ¼ SW	9,5	0,9	»	10	Gouttes de pluie fine le matin.
25	5,6	(33,4)	9323	(6504)	S à WNW	9,0	0,8	WNW	9	Petites pluies intermittentes.
26	5,2	33,0	9326	6497	W à S	16,9	2,7	W	10	Faiblement pluvieux le matin.
27	5,7	33,4	9324	6505	SSW	21,8	4,5	SW *k*	9	Temps de bourrasques dès le soir du 27 avec pluie, surtout de 8 h. 15 à 10 h. 15; et le 28, de 10 h. m. à 4 h. s.
28	5,2	33,4	9320	6497	WSW	22,9	4,9	W	10	

Oscillations barométriques extrêmes : de $766^{mm},5$ le 1 vers 10^h m. à $761^{mm},8$, le 2 vers 3^h 30 m. s.; de $770^{mm},9$, le 8 vers 10^h m. à $753^{mm},3$ le 11 à 6^h 15^m m.; de $762^{mm},5$ le 12 à 9^h s. à $755^{mm},3$ le 14 à 3^h 40^m s.; de $766^{mm},3$ le 17 à 10^h 55^m s. à $760^{mm},8$ le 18 de 4 à 6^h m.; de $768^{mm},3$ le 19 de 11^h à midi à $764^{mm},3$ le 20 vers 3^h 25^m s.; de $772^{mm},0$ le 21 vers minuit à $759^{mm},5$ le 25 de 2 à 3^h s.; de $762^{mm},4$ le 26 à 10^h 50 m. à $753^{mm},3$ le 27 vers minuit.

Vitesses maxima du vent à 20^m de hauteur : le 1er, de 31^{km}; les 13 et 14, de 34 à 36^{km}; du 27 au 28, de 48 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Février 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17°+	2′,8	3′,4	9′,3	7′,7	5′,2	3′,3	3′,4	17°. 5′,2
Inclinaison »	65°+	33,8	34,0	34,0	33,7	34,0	33,8	33,8	65.33,9
Force magnétique totale (27 jours)	4,+	6511	6506	6499	6507	6507	6504	6503	4,6505
Composante horizontale (27 jours)	1,+	9321	9315	9314	9321	9318	9318	9317	1,9318
Composante verticale (27 jours)	4,+	2309	2305	2298	2304	2306	2302	2301	4,2303
Électricité de tension (éléments Daniell) (27 jours)		37,2	46,6	49,3	39,1	44,2	48,6	37,3	42,0
Baromètre réduit à 0°		763,27 mm	763,74 mm	763,71 mm	762,95 mm	763,19 mm	763,38 mm	763,28 mm	763,36 mm
Pression de l'air sec		57,66	57,97	57,61	56,85	57,12	57,49	57,37	57,44
Tension de la vapeur en millimètres		5,61	5,77	6,10	6,10	6,07	5,89	5,91	5,92
État hygrométrique		94,6	93,0	83,5	79,6	87,0	89,8	92,8	89,5
Thermomètre enregistreur (nouvel abri)		3°,39	3°,99	6°,31	7°,48	5°,80	4°,76	4°,32	4°,93
Thermomètre électrique à 20 mètres		3,07	3,70	5,79	6,72	5,29	4,48	3,99	4,54
Degré actinométrique		0,00	12,97	31,36	20,38	0,00	»	»	12,94
Thermomètre du sol. Surface		2,74	4,46	8,16	7,99	4,83	3,79	3,58	4,83
» à 0m,02 de profondeur		4,10	4,05	4,49	5,18	5,33	5,08	4,82	4,69
» à 0m,10 »		4,60	4,52	4,56	4,90	5,25	5,29	5,18	4,90
» à 0m,20 »		4,66	4,63	4,59	4,65	4,85	5,00	5,02	4,78
» à 0m,30 »		4,56	4,55	4,53	4,54	4,62	4,73	4,76	4,62
Udomètre enregistreur		0,56 mm	1,06 mm	2,18 mm	0,08 mm	1,64 mm	0,76 mm	4,98 mm	t. 11,26 mm
Pluie moyenne par heure		0,004	0,013	0,026	0,001	0,020	0,009	0,059	″
Évaporation moyenne par heure (18 jours)		0,021	0,024	0,047	0,086	0,076	0,045	0,033	t. 19,16
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		11,42	11,37	12,87	13,77	13,30	12,77	13,31	12,53
Pression moy. en kilog. par mètre carré		1,23	1,22	1,56	1,76	1,67	1,54	1,67	1,48

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 4,7	763,31	3,72	3,79	0,09	12,96	1h soir	17. 9,6	763,43	6,44	7,02	0,07	13,89
2 »	5,8	63,37	3,44	3,67	0,11	11,75	2 »	8,9	63,15	6,78	7,42	0,01	13,81
3 »	6,2	63,38	3,24	3,58	0,03	11,32	3 »	7,7	62,95	6,72	7,48	0,00	13,60
4 »	5,7	63,33	3,12	3,53	0,01	10,88	4 »	6,6	62,91	6,38	7,02	0,91	13,59
5 »	4,3	63,27	3,07	3,42	0,04	10,68	5 »	5,9	63,03	5,85	6,42	0,34	13,19
6 »	2,8	63,27	3,07	3,39	0,28	10,93	6 »	5,2	63,19	5,29	5,80	0,39	13,11
7 »	1,8	63,37	3,13	3,30	0,38	10,95	7 »	4,7	63,33	4,87	5,36	0,04	13,25
8 »	2,0	63,53	3,34	3,43	0,41	11,24	8 »	4,0	63,39	4,60	5,04	0,35	12,61
9 »	3,4	63,74	3,70	3,99	0,27	11,92	9 »	3,3	63,38	4,48	4,76	0,37	12,44
10 »	5,7	63,89	4,28	4,75	0,25	12,18	10 »	2,7	63,31	4,38	4,60	3,85	13,02
11 »	7,8	63,87	5,02	5,54	0,81	13,09	11 »	2,7	63,27	4,22	4,46	0,86	13,52
Midi...	9,3	63,71	5,79	6,31	1,12	13,33	Minuit..	3,4	63,28	3,99	4,32	0,27	13,39

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 2°,3 Des maxima........ 8°,2 Moyenne......... 5°,3

Thermomètres de la surface du sol sans abri.

Des minima....... 1°,6 Des maxima....... 10°,2 Moyenne......... 5°,9

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878. Janv. 31 à Fév. 4... 1°,9	Fév. 10 à 14... 5°,1	Fév. 20 à 24....... 5,5
Fév. 5 à 9... −1,3	» 15 à 19... 9,1	» 25 à Mars 1... 9,8

Nº 10.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 Mars 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Recto / Verso

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 10.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 11 (18 Mars 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mouvement de translation des cyclones; théorie du « rain motor ».* Note de M. **Faye**.

« Dans la longue discussion que j'ai soutenue, il y a quelques années, contre les météorologistes, j'ai invité à plusieurs reprises mes savants adversaires à donner une raison tant soit peu plausible du phénomène grandiose qui caractérise toutes les gyrations de l'atmosphère, à savoir leur mouvement de translation, phénomène dont ma théorie rend aisément compte.

» J'étais bien sûr qu'on n'en viendrait jamais à bout. En effet, si les cyclones, trombes, typhons ou tornados prennent naissance en bas, dans les couches d'air immobiles qui reposent sur le sol et qui n'ont d'autre tendance au mouvement qu'un léger excès de légèreté occasionnelle, où trouveraient-ils l'impulsion nécessaire pour se mouvoir à grande vitesse et parcourir des milliers de lieues en s'éloignant de leur point de départ?

La question était assurément nette, bien posée et fort pressante, car elle touche à l'essence même de ces phénomènes.

» On a commencé par répondre que, l'air devant converger horizontalement vers la base du cyclone, il suffit que les courants venus du nord, par exemple, rencontrent plus d'obstacles de terrain que les courants venus du sud pour que le cyclone marche dans cette dernière direction. Mais, sur mer, il n'y a pas plus d'obstacle d'un côté que de l'autre, et pourtant les cyclones marchent sur mer aussi bien que sur les continents. D'ailleurs une telle explication n'a aucun rapport avec le grand phénomène de la translation des orages sur des trajectoires géométriques, toujours dans le même sens et sur les deux hémisphères. Cette tentative d'explication a donc été bientôt abandonnée.

» On m'en a présenté une seconde, non moins singulière que la première, celle du *rain motor*, c'est-à-dire du pouvoir moteur de la pluie.

» Voici en quoi elle consiste, ramenée à la forme d'un syllogisme :

» Il pleut plus abondamment à l'avant d'un cyclone qu'à l'arrière;

» Or la pluie produit un vide relatif par la condensation subite d'une grande quantité de vapeur d'eau;

» *Conclusion.* — Donc le cyclone marchera vers ce vide, et, comme cela se répète sur toute l'étendue de son trajet, le mouvement de translation ira en s'accélérant du côté où l'humidité atmosphérique est la plus grande.

» J'ai répondu, il y a de cela plusieurs années, que la conclusion n'était pas justifiée, car : 1° le cyclone n'est pas un corps solide; il tendrait seulement à s'allonger un peu du côté où il pleut; 2° l'air placé en avant du cyclone se précipiterait aussi dans ce même vide et s'opposerait à son déplacement; 3° à ce compte, les cyclones ne traverseraient pas les mers pour marcher vers les continents situés à l'est sur l'un ou l'autre hémisphère, car on ne peut prétendre que cette direction-là soit celle du maximum d'humidité.

» Mais surtout, disais-je, le syllogisme porte à faux, parce que les prémisses sont absolument fausses. Il y a, en effet, une foule de mouvements tournants qui marchent sans la moindre goutte de pluie.

» On s'est dispensé de répondre à ces arguments; c'est assez naturel, car il n'y a rien à leur objecter. Mais, comme les idées et les théories les mieux fondées ne se propagent pas aussi vite, à notre époque, que les découvertes ou les inventions, la théorie du *rain motor*, qui n'a plus de défenseurs en Europe, en a conservé aux États-Unis de très-convaincus, du moins jusqu'au mois de juillet dernier.

» Chose étonnante, les immenses matériaux d'observation accumulés dans ces dernières années par le *Signal Office* paraissaient confirmer l'idée du *rain motor*, à tel point qu'un savant professeur, M. Blasius, ayant osé élever, en Amérique, il y a deux ans, une contestation à ce sujet, il fut sommé publiquement de fournir les dates des cas sur lesquels il appuyait son opinion. Cela montre bien quel rôle les idées préconçues, les préjugés, dont j'ai tracé l'histoire dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875, jouent encore aujourd'hui en Météorologie.

» Cependant l'attention était désormais éveillée par cette contradiction même, si dédaigneusement repoussée en 1876. On s'est aperçu, en 1877, que les documents du *Signal Office*, où l'on n'avait trouvé d'abord que la confirmation du *rain motor*, présentaient de nombreux exemples de tempêtes où la pluie n'était pas tombée pendant des heures et même des jours entiers; qu'il y en avait d'ailleurs où la pluie était tombée à l'arrière et non à l'avant, et que, pourtant, ces tempêtes n'en marchaient pas moins comme les autres et dans la même direction. J'ai donc la satisfaction de mettre sous les yeux de l'Académie la conclusion à laquelle l'éminent professeur, M. Loomis, qui discute et résume de temps en temps les vastes opérations du *Signal Office*, est arrivé en juillet dernier :

« That rainfal is not essential to the formation of areas of low barometer, and is not the principal cause of their formation or of their progressive motion. »

» Ainsi, voilà qui est bien entendu : quand on prend pour point de départ la théorie régnante, aucune explication ne peut être offerte du mouvement de translation des tempêtes, typhons, trombes et tornados.

» Évidemment cet échec nous impose l'obligation d'examiner la situation qui est faite désormais à la Météorologie. Puisqu'il n'y a pas de solution à la question posée, est-il possible du moins de l'ajourner et de continuer à développer la théorie actuelle comme si ladite question n'existait pas?

» La réponse ne peut manquer d'être négative; car, si la théorie actuelle n'explique pas la translation des orages, c'est que son point de départ est faux : c'est qu'elle place à tort l'origine des orages dans les couches basses où l'on ne rencontre aucune des conditions du développement de ces phénomènes.

» Il en résulte que les très-savants travaux qui s'exécutent actuellement dans cette voie sont d'avance condamnés, malgré leur valeur propre, à une complète stérilité pour la Météorologie.

» Or l'histoire récente de la Science confirme, comme on vient de le voir, cette dernière assertion. Ainsi il a fallu plusieurs années pour reconnaître l'impuissance de la théorie du *rain motor,* à l'aide des observations du *Signal Office.* Dans quelques années, on aura reconnu de même l'impuissance des autres parties d'une théorie qu'on s'efforce en vain d'étayer, et l'on finira par se trouver en face d'une accumulation gigantesque de faits dont la discussion n'aura fourni que des résultats négatifs.

» C'est que, si la Science doit prendre les faits pour base, il ne faut pas que ces faits soient classés, coordonnés, appréciés sous l'influence d'un préjugé. Pour en tirer parti, il est nécessaire d'en dégager au moins une idée juste. C'est dans ce cercle, vicieux en apparence, que toute science d'observation est fatalement enfermée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une trombe observée en mer, au mois de décembre dernier, dans le détroit de Malacca.* Note de M. FAYE.

« Je viens de dire que, en dehors de ma théorie, aucune explication ne pouvait être fournie pour le mouvement de translation des cyclones, trombes, typhons, tornados, orages de sable ou de poussière, etc. J'aurais dû ajouter qu'il en est absolument de même du mouvement de gyration, et même des moindres détails de ces importants phénomènes. Dans l'ancienne théorie, on croit pouvoir expliquer ces gyrations par celle du sol estimée autour de la verticale. Lorsque l'air afflue, en rampant horizontalement sur le sol, vers le vide initial, il est dévié, dit-on, par la rotation de ce sol, en sorte que les courants horizontaux, d'abord rectilignes, s'infléchissent progressivement, en spirales logarithmiques, jusqu'à la base de la colonne aspiratrice dans laquelle ils montent verticalement en conservant leur rotation. Voici pourtant une trombe formée à l'équateur, dans une région où la composante de la rotation du globe autour de la verticale est absolument nulle, et où la gyration s'établit parfaitement avec les caractères qu'elle présente sous toutes les latitudes. Cette observation, due à un missionnaire se rendant dernièrement en Chine, m'a été adressée par un savant professeur de Physique, M. l'abbé Th. de Regnon.

« Dans le détroit de Malacca (en décembre 1877), une petite trombe a passé à distance de 200 mètres environ du bord et a pu être parfaitement étudiée. Pour moi, j'étais en bas malheureusement, et les officiers n'ont pas pensé à me faire avertir. Mais le phénomène a été très-bien analysé par le capitaine en second, les deux premiers lieutenants et les deux

mécaniciens en chef. Ces messieurs, du reste, en avaient vu et analysé bon nombre d'autres, car elles sont fréquentes dans ces parages.

» Le cône tourbillonnant *descend* de la nue, en faisant un angle plus ou moins ouvert avec l'horizontale. Arrivé à la surface de la mer, il la déprime en godet, puis l'eau s'élève et décrit des hélices en tournant *autour du cône;* après quoi elle forme champignon et retombe en pluie.

» Le capitaine en second m'a affirmé en avoir recueilli une fois quand son navire avait traversé une trombe, et cette eau était fortement saumâtre. M. Gillet, médecin principal de la marine, qui a beaucoup navigué, m'a confirmé pleinement le dire de ces messieurs.

» Ceci pourrait intéresser M. Faye et donnerait raison à tout le monde. Le cône tourbillonnant *descend* et l'eau *monte*. L'hélice est-elle en sens contraire ou de même sens que celle du tourbillon? Je n'ai pas pensé à le demander. »

» Telle est, ajoute M. de Regnon, la copie exacte de cette lettre; les mots soulignés l'ont été par l'auteur. Celui-ci est un naturaliste distingué très au courant des sciences.

» Je viens de dire qu'en dehors de ma théorie et à s'en tenir aux idées régnantes, les moindres détails de ces phénomènes sont incompréhensibles. Suivez en effet, par la pensée, la marche de ces prétendus courants horizontaux en spirale qui doivent, dit-on, alimenter la gyration de cette trombe, si semblable d'ailleurs à tant d'autres observées de tous côtés. Pour qu'ils pussent passer par le pied de la trombe et remonter verticalement vers le ciel en tourbillonnant, que faudrait-il? Il faudrait que ces courants remontassent d'abord au-dessus de l'espèce de buisson tumultueux formé autour du pied de la trombe; puis, qu'ils redescendissent entre cette gaîne aqueuse et la trombe proprement dite jusqu'au fond du godet si bien décrit dans la précédente relation; puis, qu'au fond dudit godet ils se relevassent de nouveau dans le cône de la trombe pour s'élever définitivement jusqu'aux nues.

» Et ici il ne s'agit pas seulement de la trombe du détroit de Malacca: il en est de même de toutes les trombes marines dont nous avons la description et les dessins; toutes ont le pied entouré d'une sorte de buisson ou de cataracte circulaire produite par l'air qui s'échappe en bas, et remonte ensuite autour de la trombe en entraînant une eau plus ou moins réduite en poussière, et il en est exactement de même des trombes terrestres lorsque, dans leur mouvement de translation, elles viennent à passer sur un lac, un fleuve ou un étang.

» L'Académie remarquera, en outre, qu'on a vu cette trombe descendre des nues et pénétrer dans la mer; qu'on a vu l'eau remonter, non pas dans la trombe, comme on l'a si souvent prétendu, mais extérieurement à la trombe et autour d'elle, ce qui est bien différent ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Le Verrier*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Tisserand obtient........	34 suffrages.	
M. Wolf obtient........	19	»

Il y a deux bulletins nuls.

M. Tisserand, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Mécanique) : MM. Morin, Phillips, Rolland, Resal et Tresca, réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Dupuy de Lôme et Bertrand.

Prix Plumey : MM. Phillips, Rolland, Pâris, Dupuy de Lôme et Morin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Tresca.

Prix Bordin. — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu.

MM. Dupuy de Lôme, Sainte-Claire Deville, Morin, Tresca et Dumas réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pâris et Fizeau.

Prix Lalande (Astronomie) : MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Liouville et Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Yvon Villarceau et Puiseux.

Prix Valz (Astronomie) : MM. Lœwy, Janssen, Mouchez, Faye et Yvon

Villarceau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Puiseux.

Prix Bordin. — Diverses formules ont été proposées pour remplacer la loi d'Ampère sur l'action de deux éléments de courants; discuter ces diverses formules et les raisons qu'on peut alléguer pour accorder la préférence à l'une d'elles.

MM. Fizeau, Jamin, Becquerel, Bertrand et Desains réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. du Moncel et Bréguet.

MEMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur la mesure de la densité moyenne de la Terre.* Note de MM. **A. Cornu** et **J.-B. Baille.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Depuis l'époque où nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de nos recherches sur la densité moyenne de la Terre et la constante de l'attraction (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 954), nous avons poursuivi ces recherches, en perfectionnant encore les appareils. Nous avons, en particulier, quadruplé la force à mesurer, en portant de deux à quatre le nombre des sphères de mercure attirant les boules du levier de torsion et en diminuant la distance d'attraction dans le rapport de $\sqrt{2}$ à 1. Les observations sont devenues d'une régularité et d'une constance complètes : pour n'en donner qu'un exemple, nous citerons la durée d'oscillation du levier, qui s'est maintenue fixe à 408 secondes, à quelques dixièmes de seconde près, pendant plus d'une année. Néanmoins, le résultat de ces nouvelles et très-nombreuses déterminations est resté sensiblement le même (5,56) que dans nos premières expériences.

» Avant de donner le chiffre définitif, il nous reste à compléter une discussion minutieuse des résultats partiels, en vue d'éliminer certaines perturbations inévitables, et surtout afin de vérifier que nous n'avons pas laissé subsister de causes d'erreurs systématiques importantes que les *moyennes* seraient impuissantes à éliminer.

» C'est sous l'empire de cette préoccupation que nous avons développé ces recherches accessoires, dont nous avons donné un exemple dans une

récente Communication (*Sur la loi de la résistance de l'air dans la balance de torsion*, p. 571). Ces études nous ont conduits à reconnaître dans les expériences de nos devanciers des causes d'erreurs systématiques, qui, dans les observations de Baily en particulier, ont eu une influence très-marquée. Dans la présente Communication, nous allons indiquer succinctement la plus grande de ces sortes d'erreurs, en expliquer l'origine et le mode possible de correction, et montrer pourquoi nos mesures en sont affranchies.

» Le résultat de nos recherches sur la résistance de l'air nous a donné la conviction que, quand les causes perturbatrices accidentelles sont éliminées, les oscillations du levier sont d'une régularité telle, que la loi de leur décroissance est précisément le critérium de la perfection des mesures; les différences de position des élongations successives doivent décroître légèrement à chaque oscillation double, et la décroissance doit se répartir régulièrement aux deux extrémités de l'oscillation. C'est une conséquence évidente de la loi de la *progression géométrique* établie dans notre précédente Communication (p. 572).

» Si l'on examine à ce point de vue les expériences de Baily, on reconnaît immédiatement que, dans toutes les séries partielles, qui comprennent l'observation de quatre élongations successives et, par conséquent, fournissent deux *différences* (l'une à droite, l'autre à gauche), ces deux différences sont très-inégales, et la première, suivant l'ordre des temps, est toujours beaucoup plus forte que la seconde.

» Ce résultat est anormal, car l'inégalité devrait être très-faible, parce que la raison de la progression géométrique de décroissance des amplitudes est voisine de l'unité.

» Il en résulte que la position d'équilibre conclue de ces élongations est erronée; après l'inversion des masses attirantes, la nouvelle position d'équilibre conclue est encore erronée d'une quantité analogue, et l'examen du sens de l'effet produit montre que les erreurs, loin de se compenser, s'ajoutent et *diminuent toujours* la double déviation du levier qui mesure l'attraction des masses. Comme cette déviation entre au dénominateur de l'expression qui fournit la valeur de la densité moyenne de la Terre en fonction des données expérimentales, on en conclut que, *dans les expériences de Baily, il se présente une circonstance anormale dont l'effet est de donner pour la densité moyenne de la Terre une valeur trop forte*.

» C'est la conclusion à laquelle nous étions arrivés par la discussion comparative des résultats de l'astronome anglais, résultats qui vont en croissant à mesure que le poids des boules suspendues diminue.

» L'examen du mode expérimental de Baily, semblable à celui de M. Reich, met en évidence le point défectueux. En vue de diminuer la durée d'une expérience, ces deux observateurs ont profité de l'instant de l'élongation, où le levier est pour ainsi dire stationnaire pendant quelques secondes, pour effectuer la manœuvre d'inversion des masses: la même élongation peut ainsi être utilisée à deux titres, comme la dernière d'une série et la première de la série suivante.

» Au point de vue théorique, cette manière d'opérer est parfaitement légitime, mais sous deux conditions, à savoir que la manœuvre de l'inversion soit assez rapide pour que le déplacement simultané du levier soit négligeable et en second lieu qu'il n'intervienne aucune autre force pendant cette inversion. Au point de vue expérimental, la seconde condition est impossible à remplir, surtout dans l'appareil de Baily : lors de l'inversion des masses très-pesantes (160 kilogrammes) et de leur arrivée sur les buttoirs, il se produit inévitablement des trépidations et des chocs qui se transmettent partiellement au levier par l'intermédiaire de l'air ou de la suspension : il s'introduit donc de nouvelles forces. La proportion de mouvement transmise est, dans la plupart des cas, très-minime; mais, comme l'appareil est d'une sensibilité extrême, l'influence n'en est pas négligeable. Les conditions théoriques du mouvement sont donc notablement altérées pendant la période de l'inversion des masses.

» Si l'explication que nous proposons est exacte, la dernière élongation de chaque série ne représente pas la première de la série suivante, et ne doit plus être utilisée à ce titre; en la rejetant, on doit faire disparaître en grande partie la cause de l'erreur systématique, et les résultats de Baily calculés ainsi doivent diminuer dans une proportion notable et se rapprocher des nôtres. C'est précisément ce qui arrive, ainsi que le témoignent les dix exemples suivants, pris au hasard parmi les valeurs les plus divergentes, mais les plus régulières comme observations individuelles. Les numéros d'ordre du Mémoire de Baily et la nature des boules suspendues sont entre parenthèses.

Valeurs de Baily.	Valeurs corrigées.		Valeurs de Baily.	Valeurs corrigées.	
5,508	5,463	(1874-78 plomb.)	5,501	5,388	(1067-72 laiton.)
5,594	5,551	(2053-58 »)	5,571	5,383	(750-55 ivoire.)
5,779	5,748	(2005-10 »)	5,791	5,594	(1648-53 »)
5,743	5,665	(521-25 »)	5,973	5,912	(2126-31 levier seul.)
5,646	5,616	(1668-73 zinc.)	6,203	5,830	(2025-30 »)

» On remarquera d'abord que, dans tous les cas, la valeur corrigée est, comme on l'avait prévu, inférieure à la valeur non corrigée. La moyenne de ces dernières est 5,731, celle des mêmes valeurs corrigées 5,615. La correction moyenne est donc de 0,116; si on l'applique à l'ensemble des valeurs de Baily, 5,67, on trouve le nombre 5,55, qui est sensiblement celui auquel nous arrivons nous-mêmes ([1]).

» Dans nos expériences, nous nous sommes affranchis doublement de la cause d'erreur systématique que nous venons d'analyser : d'abord, par l'emploi du mercure qui produit l'inversion des masses sans la plus légère trépidation, et ensuite par le relevé d'une élongation de plus; nous évitons ainsi toute observation pendant le déplacement des masses.

» Dans une prochaine Communication, nous signalerons une cause générale d'erreur systématique, qui peut se présenter dans l'observation des mouvements oscillatoires; nous indiquerons les moyens de la mettre en évidence et la manière de la corriger. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques marins de l'île Stewart* (Nouvelle-Zélande). Note de M. H. Filhol, présentée par M. H. Milne-Edwards.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un Mémoire comprenant le catalogue complet des Mollusques marins que j'ai pu recueillir à la Nouvelle-Zélande en explorant, d'une part, les côtes des diverses îles qui la constituent et, d'autre part, en draguant dans le voisinage de ces terres à une profondeur qui n'a jamais dépassé 80 mètres. J'ai établi mes déterminations d'après le catalogue dressé par le capitaine Hutton, en même temps que d'après les diverses collections qui sont renfermées dans les musées de cette colonie. J'ai pu ainsi me rendre compte de la distribution géographique depuis le point le plus nord de ces terres, Aukland, jusqu'au point le plus sud, l'île Stewart. Ces connaissances m'étant acquises, j'ai recherché quelles étaient les affinités de cette faune avec celle des îles voisines,

([1]) Il serait fort intéressant de reprendre à ce point de vue le calcul numérique de l'éminent astronome anglais.

à l'est les îles Chatham, au sud les îles Aukland et les îles Campbell, où je venais de séjourner avec la Commission chargée d'y observer le passage de Vénus devant le Soleil. Pour compléter ce travail, j'ai recherché quels étaient les Mollusques appartenant à ces diverses régions que l'on retrouve à l'état fossile à la Nouvelle-Zélande dans des terrains appartenant à l'époque pliocène. J'extrais de ce Mémoire le résultat de mes recherches pour l'île Stewart.

» Le nombre des Mollusques marins de l'île Stewart est de 179; 134 se retrouvent dans le détroit de Cook, 99 à Aukland, 8 à Campbell, 6 aux îles Aukland, 28 aux îles Chatham, 22 ont été rencontrés à l'état fossile.

» L'île Stewart, le détroit de Cook et Aukland ont 95 espèces fossiles communes. Ces mêmes localités et Campbell n'en ont que 6. Les espèces de l'île Stewart se retrouvant dans les localités précédentes et aux îles Aukland sont au nombre de 2. Elles sont également de 2 pour les îles Chatham. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence du repos et du mouvement dans les phénomènes de la vie.* Note de M. **A. Horvath.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Pasteur, Ch. Robin, Vulpian.)

« Je crois être arrivé à démontrer l'existence d'une nouvelle condition, non encore signalée jusqu'ici, et nécessaire à la vie des êtres organisés. Elle pourrait se formuler comme il suit : le développement ou la multiplication des éléments qui constituent les êtres vivants exige un *certain repos.*

» Mes expériences ont porté sur les bactéries (¹), et cela pour les raisons suivantes :

» 1° Les bactéries, une fois placées dans de bonnes conditions de nutrition et de température, se multiplient d'une manière plus rapide qu'aucun autre être vivant.

» 2° Cette multiplication des bactéries se constate d'une manière aussi simple qu'exacte.

» 3° Vu la petitesse des bactéries et l'élasticité qu'on leur attribue

(¹) Ces expériences, commencées en 1875, dans le laboratoire du professeur de Bary, à Strasbourg, ont été continuées dans le laboratoire de M. Claude Bernard, au Muséum d'Histoire naturelle.

généralement, la possibilité d'une lésion mécanique de ces êtres par le mouvement qui leur est appliqué est réduite au minimum.

» Mes expériences furent faites de la manière suivante :

» Je plaçai, dans plusieurs tubes en verre spécialement construits pour cet usage, un liquide favorable à la multiplication des bactéries [1] et qui en contenait un certain nombre de vivantes. Ensuite, quelques-uns de ces tubes furent continuellement agités, tandis que les autres, avec le même contenu et dans les mêmes conditions de température, furent laissés en repos.

» Ces expériences ont démontré que, dans le liquide des tubes tenus en repos, les bactéries se multiplient prodigieusement, mais qu'au contraire on n'observe aucun signe de multiplication des bactéries dans les tubes soumis à l'agitation.

» Pour reconnaître la multiplication abondante des bactéries dans le liquide nutritif, j'ai suivi le même procédé que j'ai employé en 1872 et qui est décrit dans mes recherches sur les bactéries [2], procédé dans lequel la multiplication prodigieuse des bactéries était révélée par le trouble et les nuages caractéristiques survenant dans le liquide nutritif qui primitivement était incolore et limpide [3]. »

« M. Abeille adresse à l'Académie un Mémoire sur les fibromes interstitiels de l'utérus, dont voici les conclusions :

» 1° Ces tumeurs sont d'une énorme gravité, par suite des accidents de toute nature auxquels elles donnent lieu, et par leur terminaison.

» 2° Les opérations qu'on exécute pour les autres fibromes de l'organe, outre les grands dangers auxquels elles exposent, ne leur sont pas applicables.

» 3° L'hystérotomie ignée par les voies naturelles peut en triompher

(1) Dans mes expériences, j'ai toujours employé le même liquide nutritif : il contenait, pour un litre d'eau distillée :

10 grammes de tartrate d'ammoniaque (sel neutre);
5 grammes de phosphate de potasse (sel acide);
5 grammes de sulfate de magnésie;
$\frac{1}{2}$ gramme de chlorure de calcium.

(2) *Beitrage zur Biologie Pflanzen*, von prof. Ferdinand Cohn, p. 218 et 196; 1872.

(3) Voir, pour plus de détails, mon travail présenté à la Société de Biologie, janvier 1878.

sans exposer à des dangers sérieux, quand ces tumeurs, reconnues de bonne heure, n'ont qu'un développement moyen.

» L'auteur adresse six observations complètes, qui sont six succès obtenus dans six tentatives. »

(Renvoi au Concours de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **G.-D. Liveing** et **A. Dewar** soumettent au jugement de l'Académie les résultats qu'ils ont obtenus, par l'emploi d'une nouvelle méthode pour produire le renversement des raies spectrales des vapeurs métalliques.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Ch. Antoine** adresse un cinquième Mémoire concernant les propriétés mécaniques des vapeurs, et les expériences de M. Regnault sur la tension de la vapeur d'eau à diverses températures.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ed. Bourbaud**, M. **L. Gourreau** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Navez** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note sur certaines modifications qu'il a apportées au téléphone et dans laquelle il réclame la priorité sur l'application de la bobine de Ruhmkorff au téléphone, pour reproduire la parole à de grandes distances. L'indication de ce moyen aurait été publiée par lui dans le numéro du 2 février dernier du *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, et par conséquent vingt-trois jours avant MM. Pollard et Garnier.

« M. du Moncel fait remarquer, à cette occasion, que l'idée en elle-même de l'application des courants induits de la bobine de Ruhmkorff aux appareils téléphoniques remonte plus loin que ne le suppose M. Navez, car le premier système d'Elisha Gray, combiné vers 1875, fonctionnait de cette manière (voir le *Telegraphic journal* du 15 décembre 1875); mais ce qui était surtout intéressant dans les expériences de MM. Pollard et Garnier, c'étaient les résultats obtenus, et c'est pour les relater que M. du Moncel a publié sa Note du 25 février.

» M. Navez mentionne encore, dans sa Note, l'emploi qu'il a fait, pour

son transmetteur téléphonique établi dans le système d'Edison, d'une *pile* de rondelles de charbon de cornue. Ce procédé, analogue à l'emploi des piles de glaces pour polariser la lumière, a été adopté par lui pour multiplier l'effet modificateur du charbon sur l'intensité du courant transmis; et, suivant lui, on obtiendrait les meilleurs résultats quand les rondelles employées sont au nombre de dix ou douze. « Ces rondelles, dit-il, agissent » bien par leurs surfaces de contact, car il suffit de les séparer par des ron» delles d'étain interposées, pour détruire toute articulation de la parole » reproduite. »

» Pour éteindre les vibrations musicales nuisibles qui accompagnent les transmissions téléphoniques, M. Navez emploie, comme lame vibrante du transmetteur, une lame de cuivre recouverte d'argent, et pour lame vibrante du récepteur une lame de fer doublée d'une plaque de laiton, le tout soudé ensemble. Il emploie d'ailleurs des tubes de caoutchouc munis d'embouchures et de conduits auriculaires, pour la transmission et la réception des sons, et les appareils sont disposés à plat sur une table; à cet effet, le barreau aimanté du téléphone récepteur est alors remplacé par deux aimants horizontaux, agissant sur un petit noyau de fer qui porte la bobine, et qui se trouve placé verticalement entre les deux aimants. »

M. **Ch. Bourseul** fait connaître à l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, qu'il est l'auteur des essais dont M. du Moncel a fait mention, à propos de l'histoire du téléphone, dans les séances du 26 novembre 1877 et du 25 février dernier, essais qui avaient été publiés sous le nom de M. Ch. B***. S'il n'a pas donné suite à ses travaux sur cette question, c'est qu'il s'est trouvé découragé par son entourage.

M. **G.-B. de Lalagade**, M. **L. Trouvé** adressent des Notes relatives aux perfectionnements apportés par eux au téléphone.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ch. Cros**, M. **W. de Fonvielle** adressent des observations relatives au phonographe de M. Edison.

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

CORRESPONDANCE.

M. **Vulpian** présente à l'Académie le dernier volume publié par M. *Claude Bernard :*

« Ce volume, dit-il, était sur le point de paraître au moment de la mort de notre illustre confrère; il n'a paru que quelques jours plus tard. Il est intitulé : « Leçons sur les phénomènes de la vie commune aux animaux et aux végétaux, faites au Muséum d'Histoire naturelle ». Dans cet ouvrage, M. Claude Bernard, se plaçant au point de vue de la Physiologie générale, traite des phénomènes qui peuvent se montrer dans tous les êtres vivants. Il étudie surtout, d'une façon très complète, les manifestations vitales dans la substance organisée, fondamentale, le protoplasma, qui paraît offrir les mêmes caractères biologiques dans le règne animal et dans le règne végétal. Ce livre est de nature à provoquer des méditations fécondes chez les naturalistes, les physiologistes et les philosophes. »

M. **Vulpian** présente à l'Académie un ouvrage posthume, en deux volumes, de *P. Lorain,* professeur à la Faculté de Médecine, mort, jeune encore, en 1875. Cet ouvrage est intitulé : « Études de Médecine clinique, faites à l'aide de la méthode graphique et dès appareils enregistreurs. — De la température du corps humain et de ses variations dans les diverses maladies. »

Ce nouvel ouvrage de Lorain contient un exposé très-intéressant de ses études personnelles sur les changements que peut présenter la température du corps humain dans la fièvre intermittente, la fièvre typhoïde, la variole, la rougeole, la grippe, le rhumatisme, les accidents puerpéraux, la pneumonie, etc. De nombreux tracés graphiques des modifications du pouls, de la respiration et de la température, accompagnent les faits particuliers et permettent d'apprécier avec rigueur la marche quotidienne de ces modifications. Il y a là une véritable mine de documents précieux pour la Physiologie pathologique et pour la clinique médicale.

M. **H. Sainte-Claire Deville**, à l'appui des paroles prononcées par M. Vulpian, rappelle que le professeur Lorain a été l'un des élèves les plus distingués de M. Claude Bernard. Aussi a-t-il été l'un des premiers à introduire dans les Sciences médicales les méthodes de raisonnement et de mesures exactes qui font la gloire de notre illustre confrère et le mérite éminent de l'ouvrage qui nous est présenté.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage posthume de *Cl. Bernard*, adressé à l'Académie par les éditeurs, MM. J.-B. Baillière et fils, et portant pour titre « La Science expérimentale ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les « Études sur le Phylloxera vastatrix », par M. *Max. Cornu*, délégué de l'Académie.

Ce volume complète l'exposé des travaux entrepris sous les auspices de l'Académie. Des Planches remarquables, dessinées par M. Cornu, font connaître, dans les détails les plus précis, les altérations que la vigne subit sous l'influence du Phylloxera, ainsi que les caractères de l'insecte à ses divers états : d'insecte gallicole ou radicicole, d'œuf, de larve, de mère pondeuse, d'insecte ailé et de sexué.

2° Une brochure de M. *Ronzier-Joly*, portant pour titre : « Mémoire sur les maladies observées dans les environs de Clermont et produites par une farine altérée par le plomb ». L'affection dont il s'agit a atteint 412 personnes et produit 30 décès. Les farines qui avaient servi à l'alimentation devaient leur altération à du plomb employé pour remplir les fissures de meules de moulins.

L'**Université de Pavie** informe l'Académie qu'elle procédera, le 28 avril, à l'inauguration d'une statue élevée à *Al. Volta*.

M. **Al. Cialdi**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remercîments à l'Académie.

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances*. Note de M. **J.-J. Soret**.

« L'analyse spectrale par absorption a été jusqu'ici presque exclusivement limitée aux rayons visibles; en l'étendant aux rayons ultra-violets, on arrivera sans doute à des résultats importants. L'emploi du spectroscope à oculaire fluorescent facilite beaucoup ce genre d'observations, et permet d'opérer sur le spectre ultra-violet dans toute son étendue, avec presque autant de facilité qu'on peut le faire sur le spectre lumineux. Il suffit d'être muni d'un instrument à lentilles et prismes de quartz, et d'un bon appareil d'induction, pour pouvoir étudier, au point de vue de l'absorption, cette

multitude de corps qui sont *incolores*, dans le sens ordinaire de ce mot, mais dont la plupart sont *chroïques*, c'est-à-dire interceptent une partie des rayons invisibles. J'ai entrepris dans cette direction une série de recherches dont je vais exposer les premiers résultats, quelque restreints et incomplets qu'ils soient encore.

» Comme source de lumière, j'ai employé des étincelles d'induction jaillissant entre divers métaux, tels que le cadmium, le zinc, l'aluminium et le fer. Les rayons étaient concentrés sur la fente du spectroscope par une lentille de quartz à court foyer. On a pris pour points de repère dans le spectre les raies du cadmium désignées par des numéros allant jusqu'à 26; puis, au delà, les trois dernières raies du zinc (27 à 29); enfin les trois dernières raies de l'aluminium (30 à 32) (1).

» Dans une première série préliminaire, j'ai rapidement examiné un grand nombre de substances liquides ou de solutions; je me borne à dire que, pour les corps que M. Miller avait étudiés, j'ai en général obtenu des résultats conformes aux siens.

» M. Stokes a montré que le *quartz* exerce une absorption sensible sur la dernière raie double de l'aluminium (32); je ne puis que confirmer ce fait, en ajoutant que cette action s'étend aux raies précédentes, lorsqu'on interpose sur le passage du faisceau lumineux un quartz d'une épaisseur un peu grande. Ainsi, avec un canon de cristal de roche de $0^m,060$ d'une parfaite limpidité, on observe un affaiblissement marqué des raies 27 à 30; les raies 31 et 32 sont complétement interceptées.

» Sous une épaisseur de quelques millimètres, le *spath d'Islande* laisse passer la raie 27 en arrêtant les suivantes. Au travers d'un cristal de 30 millimètres, la dernière raie perceptible est la 26e, qui est fort affaiblie. Cette raie, la plus réfrangible du cadmium, est à l'extrême limite de transmission pour une épaisseur de 93^{mm}. Certains échantillons, très-purs en apparence, interceptent cette raie sous une épaissseur moindre (55^{mm}).

» L'*eau distillée*, en couche de 10 millimètres, est notablement moins transparente que le quartz, et arrête la dernière raie de l'aluminium. Mais, sous une épaisseur plus grande, elle prend le premier rang : une couche d'eau de 10 centimètres transmet, en l'affaiblissant, l'avant-dernière raie de l'aluminium, qui est interceptée par un quartz de 60 millimètres. Avec

(1) M. Ed. Sarazin a récemment donné les indices de réfraction du quartz pour ces raies désignées par les mêmes numéros (*Comptes rendus*, 24 décembre 1877).

une longue colonne d'eau de $1^m,16$, j'ai pu distinguer jusqu'à la raie 28 (avant-dernière du zinc). Ainsi l'eau peut être considérée comme un dissolvant d'une transparence presque parfaite. L'*eau de mer*, sous la même épaisseur, de $1^m,16$, laisse passer tout le spectre solaire jusqu'à la raie R.

» L'absorption dans la partie ultra-violette du spectre est soumise aux mêmes règles générales que dans la partie visible. Habituellement, si l'on augmente progressivement l'épaisseur de la couche ou la concentration de la solution, le spectre est de plus en plus restreint du côté le plus réfrangible; mais on observe à cet égard les divergences les plus marquées entre les diverses substances : les coefficients d'extinction ont des valeurs très-différentes pour les mêmes raies, suivant la nature du corps absorbant. Dans les solutions aqueuses, l'absorption dépend de la masse de la substance dissoute; la quantité d'eau qu'on y ajoute est, en général, sans influence. Les acides et les bases apportent dans les sels leurs propriétés d'absorption; ainsi un acide *chroïque*, comme l'acide azotique, forme, avec les bases transparentes (alcalines, alcalino-terreuses et quelques autres), des sels qui, à tous les états de dilution, ont les mêmes propriétés d'absorption que l'acide azotique lui-même (1).

» Ces lois générales ne doivent cependant pas être absolues : la variation de l'indice de réfraction des solutions, les propriétés de fluorescence, etc., peuvent exercer une influence perturbatrice.

» Un grand nombre de substances, à certains degrés de dilution, donnent lieu à des bandes d'absorption dans le spectre ultra-violet; outre les iodures, les azotates, les alcaloïdes, déjà signalés, sous ce rapport, par M. Miller ou M. Stokes, je citerai les chromates et bichromates alcalins, qui présentent deux bandes d'absorption (250 milligrammes de chromate neutre de potasse dans un litre), l'azotate de potasse, les sulfates de didyme et de cœsium, le permanganate de potasse, l'acide sulfureux en solution aqueuse, qui présentent une bande d'absorption. L'ammoniaque caustique du commerce (provenant des eaux des usines à gaz) et les sulfates et chlorhydrates, préparés avec ce produit, donnent aussi lieu à une bande d'absorption; mais elle est due à une substance étrangère, qu'il est très-difficile d'éliminer. Le chlorhydrate d'ammoniaque et l'ammoniaque

(1) J'ai vérifié avec soin, dans un grand nombre de cas, cette loi qui s'applique aux rayons visibles (Gladstone), et qui, pour les rayons ultra-violets, ressort déjà des observations de M. Miller.

d'autre provenance ne présentent pas dans leur spectre les mêmes caractères de discontinuité (¹).

» Pour plusieurs de ces corps, donnant lieu à des bandes d'absorption, et pour d'autres dont le spectre se termine très-brusquement, je pense que l'on pourrait arriver par analyse spectrale à des déterminations quantitatives, avec un certain degré d'approximation.

» L'acide azotique a un pouvoir absorbant très-considérable; une solution contenant dans un litre 1 milligramme de cet acide (Az^2O^5) produit un effet parfaitement appréciable; une couche de 10 centimètres intercepte la dernière raie du zinc (25). A 2 milligrammes, la solution absorbe en outre les raies 27 et 28. On pourrait se servir de cette propriété pour doser la proportion d'acide azotique contenue dans l'eau de pluie; en effet, l'ammoniaque et les traces d'autres substances, dans la proportion où elles s'y rencontrent, n'ont pas de pouvoir absorbant sensible.

» Je fais construire actuellement un appareil applicable aux essais quantitatifs dont je viens de parler. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau téléphone, dit téléphone à mercure.* Note de M. A. **Breguet**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une intéressante étude présentée dernièrement à l'Académie, M. Salet, après avoir démontré comment le téléphone de Bell n'est capable de transmettre avec fidélité que des mouvements pendulaires, ajoutait avoir pu réaliser un téléphone dans lequel tout déplacement de la membrane d'envoi correspondait à un déplacement proportionnel, et de même sens, de la membrane réceptrice. Pour atteindre ce but, une pile était nécessaire, et l'auteur remarquait que le fait même de l'emploi de cette pile constituait un obstacle absolu à l'application de son appareil sur de longues distances.

» J'ai eu la bonne fortune d'imaginer et d'éprouver un téléphone d'un

(¹) Avec le sang oxygéné, je n'ai pas trouvé de bande d'absorption dans la partie ultra-violette proprement dite; mais j'en ai observé une qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalée, dans le violet près de *h*. Elle est facilement visible avec la lumière solaire, soit à l'oculaire fluorescent, soit en plaçant un verre bleu devant la fente du spectroscope; le sang doit être au degré de dilution où se manifestent les deux bandes caractéristiques du jaune.

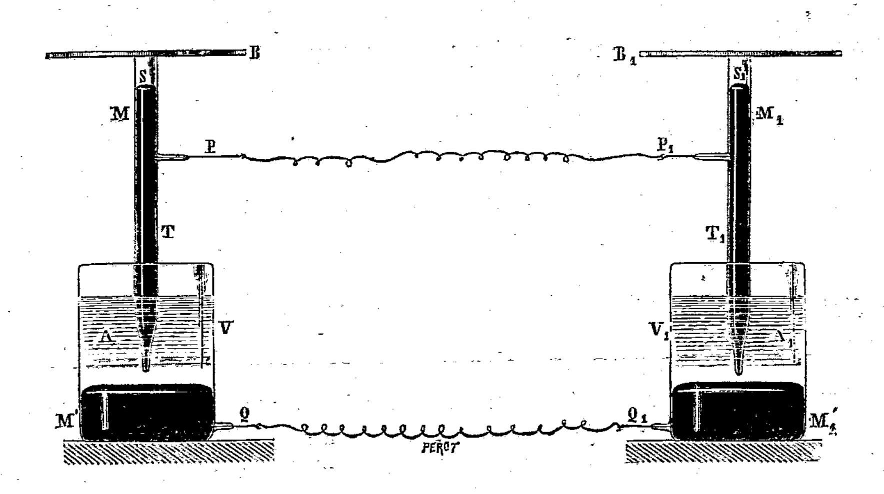
genre absolument nouveau, qui, sans aucune pile, présente les avantages de celui de M. Salet, et ne cesse d'ailleurs pas d'être applicable sur de grands parcours. Bien au contraire, le téléphone à mercure, plus encore que celui de Bell, est insensible à la résistance électrique, puisque, d'après son principe même, il n'est influencé que par le *potentiel* et non par le *débit* d'une source électrique, ou, en d'autres termes, par la *tension* et non par la *quantité* d'un courant.

» A l'inverse des exigences de la télégraphie ordinaire, cet appareil serait placé dans les conditions les plus favorables s'il utilisait, comme conducteur terrestre ou sous-marin, un fil métallique de très-faible diamètre. On sait, en effet, que, pour une charge électrique donnée, le potentiel d'un conducteur est d'autant plus élevé que sa capacité est plus petite.

» Le phénomène qui m'a servi de point de départ est absolument réversible; mon transmetteur et mon récepteur sont donc deux appareils identiques.

» Chacun connaît les remarquables travaux de M. Lippmann, attaché au laboratoire de M. Jamin, au sujet des tensions électrocapillaires développées à la surface de séparation du mercure et de l'eau dans un tube de verre de petit calibre. On sait comment M. Lippmann, à l'aide des principes qu'il avait établis, a pu construire le plus sensible de tous les électromètres connus.

» Mon appareil ne diffère de cet électromètre qu'en ce qu'il est notablement plus simple et de plus petit volume.



» La pointe d'un tube capillaire T, contenant du mercure M, plonge dans un vase V. Dans ce vase se trouve une couche de mercure MM', surmontée d'eau acidulée A, de façon

que la pointe capillaire ne pénètre pas dans la couche de mercure, mais seulement dans l'eau acidulée.

» Deux fils de platine P et Q communiquent respectivement avec le mercure M et le mercure M'.

» Si ces deux fils sont réunis entre eux, le niveau du mercure dans le tube capillaire s'établira à une hauteur invariable. Mais, si l'on interpose dans le circuit des fils de platine une source électrique, le niveau prendra une autre position d'équilibre dépendant du potentiel de cette source.

» En résumé, à chaque différence de potentiel correspondra un niveau déterminé de la surface inférieure du mercure. Au-dessus du mercure M se trouve une masse d'air S dont la pression variera évidemment toutes les fois que le niveau du mercure variera lui-même.

» L'appareil que je viens de décrire est réversible, c'est-à-dire que si, par une modification de la première en S, le niveau du mercure subit un déplacement, une différence de potentiel ou, en d'autres termes, une force électromotrice s'établira dans les deux conducteurs P et Q.

» J'accouple maintenant ensemble deux appareils semblables, en faisant communiquer les fils P et P_1, Q et Q_1, ainsi que le montre la figure. J'exerce une pression en S; une force électromotrice dépendant de la valeur de cette pression prendra naissance dans le circuit, et cette force électromotrice produira un changement dans le niveau du mercure M_1 du second appareil. La pression en S_1 y sera par conséquent modifiée.

» On conçoit que, en s'appuyant sur les phénomènes que je viens d'exposer, on puisse réaliser un télégraphe et en particulier un téléphone.

» Si l'on parle au-dessus du tube T, l'air contenu dans ce tube entre en vibration. Ces vibrations sont communiquées au mercure qui les traduit en variations de force électromotrice, et ces variations engendrent dans l'appareil récepteur des vibrations exactement correspondantes de la masse d'air S_1, de sorte que, si l'oreille se trouve placée au-dessus du tube T_1, on entendra toutes les paroles prononcées dans le tube T.

» Au lieu de profiter des déplacements du mercure, on peut profiter des déplacements de son enveloppe de verre qui présente moins de masse que lui. On se trouve donc en face d'un problème analogue à celui que j'avais déjà étudié dans le téléphone Bell, lorsque j'avais expérimenté des plaques de fer doux de diverses épaisseurs (¹). Il est clair, en effet, que le rapport des deux masses attirantes et attirées doit être aussi différent que possible, afin de considérer l'une des deux masses comme immobile, et par conséquent l'autre masse comme animée d'un déplacement maximum.

(¹) *Comptes rendus*, p. 469; 18 février 1878.

» Si donc on veut entendre par l'enveloppe de verre, la masse de celle-ci doit être négligeable par rapport à la masse du mercure. Si l'on veut écouter au moyen du mercure, le rapport des masses doit être renversé.

» Après avoir obtenu des résultats qui ne laissaient aucun doute sur la valeur du téléphone à mercure, au point de vue scientifique, je devais chercher à l'amener à une plus grande perfection, et c'est avec le précieux concours de M. Lippmann que j'entrepris de nouvelles expériences sur des formes plus portatives à donner à mon instrument. L'une de ces formes est empreinte d'un tel caractère de simplicité que je ne puis la passer sous silence. L'appareil ne consiste plus en effet qu'en un tube de verre fin de quelques centimètres de longueur contenant des gouttes alternées de mercure et d'eau acidulée, de façon à constituer autant d'éléments électrocapillaires associés en tension. Les deux extrémités du tube sont fermées à la lampe, mais laissent pourtant un fil de platine prendre contact, de chaque côté, sur la goutte de mercure la plus voisine. Une rondelle de sapin mince est fixée normalement au tube par son centre, et permet ainsi d'avoir une surface de quelque étendue à s'appliquer sur la coquille de l'oreille, quand l'appareil est récepteur, et de fournir au tube une plus grande quantité de mouvement sous l'influence de la voix, quand l'appareil est transmetteur.

» Je terminerai par un résumé des avantages que l'on pourrait trouver dans l'emploi des appareils à mercure appliqués soit à la téléphonie, soit plus généralement à la télégraphie.

» 1° Ces appareils ne nécessitent l'usage d'aucune pile.

» 2° L'influence perturbatrice de la résistance d'une longue ligne est presque nulle pour ces instruments.

» Dans le téléphone de Bell cette influence est encore appréciable.

» 3° Deux appareils à mercure accouplés, comme l'indique la figure, sont absolument corrélatifs, en ce sens que même des positions *différentes* d'équilibre de la surface du mercure dans l'un d'eux produisent des positions *différentes* d'équilibre dans l'appareil opposé. On peut donc reproduire à distance, sans pile, non-seulement des indications fidèles de mouvements pendulaires, comme le fait le téléphone de Bell, mais encore reproduire l'image exacte des mouvements les plus généraux.

» 4° Dans un système de télégraphe fondé sur le même principe que mon téléphone, il est probable que l'on pourrait, d'une part, arriver à une vitesse de transmission plus grande que celle que permettent d'obtenir les appareils ordinaires, et d'autre part réaliser une économie considérable sur les prix et la pose des conducteurs. Un fil d'acier de très-petit diamètre rem-

placerait avec avantage les fils de cuivre du plus fort calibre. La capacité des lignes, considérées comme condensateurs, serait encore diminuée par la réduction de la surface de leur armature interne, et c'est un nouvel élément qui viendrait augmenter encore leur rendement commercial

» Je n'insisterai pas davantage sur des espérances que quelques-uns peut-être trouveront encore prématurées. Mais je crois n'être pas seul à penser que, dans un avenir plus ou moins lointain, la télégraphie pourra trouver son profit dans l'application des phénomènes électrocapillaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'oscillation diurne du baromètre.* Note de M. E. **Renou**. (Extrait.)

Le phénomène de l'oscillation diurne du baromètre ne dépend nécessairement que de l'action calorifique du Soleil. On a unanimement reconnu que l'abaissement de la journée en est un effet immédiat, mais on a cherché à expliquer les autres mouvements par les variations de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

» Cette vapeur, par ses variations diurnes, ne peut jouer qu'un rôle insignifiant dans le phénomène. L'atmosphère n'étant retenue à la surface du globe que par son poids, c'est uniquement par son poids que la vapeur d'eau ou toute autre substance peut influencer celui de l'atmosphère. Il est donc de toute nécessité que le poids de la rosée représente la partie de la variation diurne de la pression due à l'humidité de l'air. La rosée est certainement bien loin d'équivaloir à 1 millimètre d'eau tombée sur le sol, auquel cas elle représenterait la dix-millième partie du poids de l'atmosphère ou $0^{mm},076$. Il est donc impossible d'y voir une cause suffisante de variation de la pression pour expliquer tout ou partie de l'oscillation diurne.

» On a dit souvent que le soleil ne pouvait produire par son action directe qu'un seul minimum et un seul maximum, comme cela a lieu pour la température. Cette assertion n'est pas exacte. Elle suppose que, lorsque le soleil produit une dépression dans un lieu, il tend à se produire un maximum de pression aux antipodes, ou au moins dans un lieu éloigné de 12 heures en longitude. L'étude de la manière dont se distribuent les pressions dans l'hémisphère boréal fait reconnaître que, quand il se montre dans un lieu un centre de dépression, la cause qui le produit accumule l'atmosphère tout autour, en un bourrelet plus ou moins

régulier. Tel est à peu près le phénomène qui se produit chaque jour à la surface du globe : le soleil échauffe l'atmosphère qui se déverse tout autour, et produit un bourrelet sur tout un grand cercle dont le point le plus échauffé est le pôle. Cet effet s'arrête peu après le maximum de la température, vers 4 heures du soir, et produit un maximum de pression sur tous les pays situés, d'une part à 6 heures à l'ouest, et de l'autre à 6 heures à l'est, qui comptent respectivement à cet instant 10 heures du matin et 10 heures du soir.

» L'onde atmosphérique qui produit cet effet suit le mouvement apparent du soleil, et se déplace avec une vitesse qui atteint 464 mètres par seconde à l'équateur. Cette onde, par sa rapidité et le sens de son mouvement, doit produire un maximum du matin plus élevé que celui du soir; elle doit donner aussi une prédominance aux maxima du matin ou du soir, suivant que les vents soufflent de l'ouest ou de l'est.

» Le minimum de la nuit n'est qu'un minimum relatif, compris entre les deux maxima du soir et du matin. La moyenne barométrique, à 4 heures du matin, doit donc peu différer de la moyenne des 24 heures. En réalité, elle est de quelques centièmes de millimètre plus basse, à cause de la perte de poids due à la rosée et aussi pour une cause dépendant de l'altitude, comme nous le verrons plus loin.

» Voyons maintenant ce qui se passe dans les hautes régions de l'atmosphère : l'atmosphère échauffée le matin par le soleil s'élève d'abord, ce qui n'a aucune influence sur la pression en bas, tant que l'air ne s'écoule pas; mais la pression s'accroît dans les hautes régions de toute la partie de l'atmosphère qui, inférieure pendant la nuit à la station considérée, devient supérieure pendant le jour. Cet effet est considérable, car, pour 3000 mètres d'altitude, chaque degré dont cette couche s'échauffe accroît sa hauteur de 11 mètres. Vers 10 heures du matin, l'onde venant de l'est produit un excès de pression dans toute la verticale, excès qui est un maximum pour la station basse, parce qu'à partir de ce moment l'écoulement de l'air devient très-énergique. Mais la pression continue encore à s'élever dans la station haute, jusqu'à ce que, pour cette station elle-même, l'écoulement de l'air domine l'effet de la dilatation qui y produisait un excès de pression. L'écoulement ne pouvant avoir lieu que par un excès de hauteur dans les plus hautes régions de l'atmosphère, le maximum à cette limite coïncide avec le minimum à la pression au niveau de la mer. Immédiatement après, pour ces stations très-élevées, l'affaissement de l'atmosphère y produira une diminution de pression qui ne saurait être com-

pensée par l'onde atmosphérique du soir. Il tend donc, à la limite de l'air, à se produire un seul maximum vers 4 heures du soir et un seul minimum pendant la nuit vers 4 heures. En redescendant, on trouvera tous les intermédiaires ([1]).

» Cette théorie suppose que la station élevée a au-dessous d'elle une couche d'air qui se dilate et qui par son poids y augmente la pression le matin. Cet effet, vu le passage rapide de l'onde atmosphérique, est impossible sur des plateaux étendus, encaissés entre des montagnes, comme celui de Mexico. Aussi la variation diurne du baromètre s'y fait-elle comme au niveau de la mer.

» Il est facile de montrer que cette théorie rend compte de toutes les irrégularités de l'oscillation diurne.

» Nous avons dit que les vents d'ouest doivent augmenter l'oscillation du matin au détriment de celle du soir, que les vents d'est augmentent au contraire ce dernier mouvement. Or, chez nous, les mois d'hiver froids sont ceux qui ont présenté une prédominance des vents continentaux ; les mois chauds, une prédominance des vents de la mer. Si donc on compare les courbes mensuelles de deux mois de janvier à caractère de température opposé, le mois froid doit offrir un plus grand maximum du soir, qui, au contraire, disparaît presque dans le mois chaud. C'est précisément ce que montrent, d'une manière très-claire, au Parc de Saint-Maur, les deux mois de janvier 1876 et 1877, les seuls pour lesquels je possède des observations horaires.

» L'oscillation du soir doit avoir la valeur la plus grande possible dans les pays tropicaux où domine le vent d'est; mais, comme cette ascension du soir est produite par l'onde atmosphérique venant de l'ouest, elle sera faible aux rives du Pacifique, à Acapulco et aux Galapagos par exemple, tandis qu'elle devient égale à celle du matin à Fernando-Noronsia, qui a à

([1]) On voit que l'altitude a une grande influence sur le mouvement de la nuit. Ce minimum de la nuit est de beaucoup plus bas pour les stations élevées, mais, jusqu'à de faibles hauteurs au-dessus de la mer, cette influence est encore notable. Ainsi, pour 100 mètres, la contraction de la couche d'air, pour une variation de 5 degrés au-dessous de la moyenne, produit un affaissement de $1^m,83$ et par conséquent un abaissement de $0^{mm},17$ à $0^{mm},18$ dans le baromètre. Pour l'Observatoire de Paris, à l'altitude de $67^m,38$, il est de $0^{mm},12$. Si l'on y ajoute quelques centièmes pour le dépôt de la rosée, on trouve exactement le nombre donné par l'observation. A Halle, à une altitude de 111 mètres, Kämtz a trouvé $0^{mm},16$. On ne peut rien trouver de plus concordant.

l'ouest tout le continent sud-américain : il doit en être de même à Zanzibar. A l'île de l'Ascension, les deux maxima sont aussi à peu près égaux. Tous ces faits sont indiqués d'une manière frappante par les courbes qui se trouvent dans le *Voyage aux Antilles* de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

» Le mouvement diurne de l'atmosphère produit nécessairement une variation diurne dans la direction des vents, variation qu'on n'a pas encore aperçue à cause de l'imperfection des observations. Je crois la reconnaître pourtant souvent. Les vents d'est, favorisés par l'onde du matin, s'élèvent de bonne heure et finissent dès le coucher du soleil : les vents de l'ouest, contrariés par cette onde du matin, éprouvent souvent alors une diminution et reprennent plus fortement dans la soirée. Le maximum d'intensité du vent a lieu plus tôt pour les vents d'est que pour les vents d'ouest. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'oxyde de plomb dans le sous-nitrate de bismuth des pharmacies.* Note de M. A. CARNOT, présentée par M. Boussingault.

« Dans une série d'expériences, où j'employais des sels de bismuth comme réactifs, j'ai remarqué la présence de l'oxyde de plomb dans certains sous-nitrates du commerce, préparés pour la pharmacie. Quelques personnes ont bien voulu m'exprimer l'intérêt que cette constatation leur paraissait offrir pour la médecine, et m'engager à vérifier si le fait était exceptionnel ou général et quelle pouvait être la proportion du plomb contenu.

» Je me suis procuré sept échantillons de sous-nitrate de bismuth, provenant des plus importantes fabriques de produits pharmaceutiques, et j'y ai fait aussi exactement que possible le dosage du plomb. Tous en ont présenté des traces, mais qui ne s'élevaient pas à plus de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ en général, tandis que d'autres en contenaient jusqu'à $\frac{6}{1000}$ et $\frac{10}{1000}$.

» Voici d'ailleurs les résultats précis obtenus sur 10 grammes de sous-nitrate :

0gr,011, 0gr,016, 0gr,023, 0gr,032, 0gr,038, 0gr,065, 0gr,098.

» Les derniers exemples au moins sont de nature à inspirer quelque crainte ; il n'est pas rare, en effet, que le sous-nitrate soit administré aux malades à la dose de 10 à 20 grammes par jour, et quelquefois davantage, et l'on doit se demander si un ou deux décigrammes d'oxyde de

plomb ne seraient pas capables de produire dans l'économie des désordres plus ou moins graves. Il n'est donc pas inutile de mettre les fabricants en garde contre un défaut de purification qu'ils peuvent éviter.

» Je crois devoir indiquer ici la méthode que j'ai employée pour la recherche du plomb.

» On prend 10 ou 20 grammes de sous-nitrate, qu'on attaque dans une capsule de porcelaine par l'acide chlorhydrique concentré. Il y a échauffement rapide, dégagement de vapeurs rutilantes et dissolution ; on concentre, jusqu'à consistance presque sirupeuse, on acidifie légèrement, de manière à rendre au liquide une complète fluidité, puis on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique, on remue et l'on verse 30 ou 40 centimètres cubes d'alcool rectifié. A défaut de concentration suffisante, l'alcool pourrait donner lieu à une décomposition partielle du chlorure de bismuth, dont on s'apercevrait aussitôt au trouble blanc de la liqueur ; on le ferait disparaître par l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

» On laisse en repos pendant un jour, puis on décante sur un petit filtre. On lave par décantation avec de l'alcool rectifié, acidifié par deux ou trois gouttes d'acide chlorhydrique, puis on reçoit le précipité sur le filtre et l'on achève le lavage avec de l'alcool pur.

» Après dessiccation, on sépare du filtre, qu'on brûle à part, on met les cendres avec le résidu dans une très-petite capsule de porcelaine tarée, on humecte d'acide sulfurique, on évapore et l'on chauffe jusqu'au rouge, enfin l'on prend le poids du sulfate de plomb.

» Il est bon de vérifier si ce sulfate ne contient pas de bismuth. Il suffit, pour cela, de reprendre par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, de chauffer un peu, puis d'ajouter de l'alcool et de décanter la liqueur limpide, en la faisant tomber dans de l'eau pure; les plus faibles traces de bismuth rendent l'eau sensiblement opaline, par formation d'oxychlorure blanc et insoluble.

» On peut aussi constater l'absence de bismuth dans le sulfate, en touchant celui-ci avec une baguette trempée dans l'iodure de potassium; il doit prendre une coloration jaune ou brunâtre; les moindres quantités de bismuth la font tourner au noir.

» Il arrive parfois que certains sous-nitrates renferment un peu de chaux; dans ce cas, l'emploi de la méthode précédente exposerait à s'exagérer la proportion du plomb, parce que l'on pèserait ensemble les deux sulfates de plomb et de chaux, insolubles dans l'alcool. Il convient alors de modifier la méthode, en n'employant pas d'acide sulfurique; il se

forme dans l'alcool rectifié un précipité de chlorure de plomb, que l'on reçoit sur un petit filtre taré et qu'on lave, sèche et pèse exactement.

» La précipitation du plomb n'est pas tout à fait aussi rigoureuse à l'état de chlorure qu'à l'état de sulfate; car, en ajoutant à la liqueur alcoolique filtrée une ou deux gouttes d'acide sulfurique, on obtient encore un léger dépôt; mais, en l'absence de chaux, ce dépôt atteint à peine 1 ou 2 milligrammes, dans les conditions que je viens d'indiquer. On a donc encore, par cette opération simple, une approximation suffisante pour le dosage du plomb. »

CHIMIE. — *Recherches sur le gallium*. Note de M. **A. Dupré**, présentée par M. Wurtz.

« M. Lecoq de Boisbaudran m'a proposé l'étude des sels de gallium, et il a généreusement mis à ma disposition près de 2 grammes de métal. En donnant les premiers résultats de ce travail, je tiens à exprimer à M. Lecoq de Boisbaudran toute la reconnaissance que m'inspire le précieux témoignage de confiance et d'amitié qu'il a bien voulu me donner.

» En décrivant les traits principaux de l'histoire du gallium, M. Lecoq de Boisbaudran a annoncé que le métal chauffé au rouge vif en présence de l'air ne s'oxyde que très-superficiellement. Ce commencement d'oxydation dans l'air permettait d'espérer un résultat plus complet avec l'oxygène pur. L'expérience a montré qu'à 260 degrés l'oxygène pur et sec n'exerçait pas d'action sensible sur le gallium; au rouge naissant, le métal commence à perdre son brillant et se recouvre d'une pellicule très-mince d'un gris bleuâtre; au rouge vif produit par la lampe d'émailleur, la couche d'oxyde devient plus distincte, mais alors elle protége le métal contre l'action ultérieure de l'oxygène. En donnant au tube de légères secousses, on voit les ondes du métal liquide imprimer à la pellicule d'oxyde des rides très-visibles. On a constaté dans la même expérience qu'au rouge vif il se forme un faible sublimé d'oxyde dans les parties moins chaudes du tube.

» En présence de cette résistance à l'oxydation directe, le moyen le plus simple d'arriver à l'oxyde de gallium était la décomposition du nitrate.

» Le gallium a été traité par l'acide azotique monohydraté privé de vapeurs nitreuses; à froid, l'action est presque nulle, mais il suffit de porter la température à 40 ou 50 degrés pour voir l'attaque commencer et con-

tinuer régulièrement avec formation d'un dépôt gris très-long à se dissoudre. La solution nitrique évaporée en partie à feu nu a été mise dans une étuve chauffée à 110 degrés; on n'a pas tardé à voir que cette température amenait un commencement de décomposition du nitrate. Le sel, en partie décomposé, a été repris par l'eau, et l'acide nitrique évaporé au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse et placé pendant le refroidissement dans un dessiccateur. Le nitrate s'est pris alors en une masse compacte blanche, très-déliquescente, répandant l'odeur de l'acide nitrique. Le vide sec et des courants d'air sec chauffé à 40 degrés ont permis de priver le nitrate pulvérisé de l'eau et de l'excès d'acide nitrique.

» Le nitrate sec, chauffé à 200 degrés dans un courant d'air sec, a perdu 63,8 pour 100 de son poids; cette perte, représentant l'acide nitrique, permet d'envisager le sel obtenu comme un nitrate de sesquioyde.

» Sous l'action de la chaleur, le nitrate commence à fondre; à mesure que la température s'élève, il se décompose en se boursouflant, et finalement il laisse une masse frittée blanche, très-friable, de sesquioxyde de gallium.

» Cet oxyde, chauffé dans un courant d'hydrogène pur et sec, se sublime en partie au rouge et se réduit partiellement; cette réduction s'est manifestée nettement par l'augmentation de poids d'un tube à chlorure de calcium et à ponce sulfurique.

» Au rouge-cerise, l'action de l'hydrogène sur le sesquioxyde de gallium m'a donné une matière frittée, d'un gris bleuâtre, tout à fait semblable à la pellicule qui se forme par l'oxydation du gallium.

» Malgré sa teinte bleue, cet oxyde ne paraît renfermer de traces appréciables de métal, car, traité par l'acide nitrique, il ne donne pas de vapeurs nitreuses; il se dissout également dans l'acide sulfurique étendu sans dégagement gazeux. De plus, cette solution sulfurique réduit le permanganate de potassium.

» Cette matière, d'un gris bleuâtre, semble donc constituer un oxyde inférieur de gallium, probablement le protoxyde, car la solution sulfurique du sesquioxyde ne réduit pas le permanganate de potassium.

» L'expérience suivante paraît confirmer cette manière de voir : le sulfate de sesquioxyde de gallium, mélangé avec une goutte de sulfate d'ammonium et soumis à l'évaporation, a fourni des cristaux qui, au microscope, présentaient les formes de l'alun gallique de M. Lecoq de Boisbaudran; au contraire, le sel que je considère comme du sulfate de protoxyde de gallium n'a rien donné de semblable. L'analyse résoudra la question d'une façon définitive.

» Au rouge vif, l'hydrogène agit plus énergiquement sur le sesquioxyde de gallium; je suis arrivé à une réduction telle que l'oxyde prend nettement des reflets métalliques, et que l'oxyde sublimé à la partie supérieure du tube est en partie réduit à l'état métallique [1]. »

CHIMIE. — *Action de l'ozone sur l'iode.* Note de M. J. Ogier, présentée par M. Berthelot.

« J'ai décrit, dans une récente Communication, la formation de l'acide iodeux par l'action de l'ozone sur l'iode. Il est facile, en variant les conditions de l'expérience, d'obtenir également tous les autres termes de la série des composés oxygénés de l'iode, jusqu'à l'acide periodique.

» Si, par exemple, on fait agir l'effluve électrique sur un mélange d'oxygène et d'iode, enfermé dans un tube à effluve de grande dimension et chauffé dans le liquide acidulé qui sert d'électrode, de manière à maintenir l'iode à l'état de vapeur, on voit se former rapidement dans les différentes régions du tube les divers composés oxygénés de l'iode.

» A la partie inférieure, où l'iode se trouve en excès, se dépose l'acide iodeux, plus ou moins mélangé d'iode. Au-dessus, on observe la formation d'une couche jaune-citron, qui n'est autre que de l'acide hypoiodique. Enfin, à la partie supérieure, vers l'extrémité de l'espace annulaire où se produit l'effluve électrique, s'accumule l'acide iodique.

» L'espace annulaire reste tapissé d'une mince couche blanche, constituée par de l'acide periodique. Cet acide periodique, dissous préalablement dans l'eau et filtré, pour séparer de petites quantités d'iode non altéré, a été analysé par l'acide sulfureux, puis par le nitrate d'argent, ce qui détermine le rapport de l'iode à l'oxygène. Ce rapport, dans trois expériences, a été trouvé égal à 2,20, 2,31, 2,21. L'acide periodique exige 2,26.

» Quelques autres essais me portent à croire que cette limite d'oxydation pourrait être dépassée. Mais on dispose, dans ce genre d'expériences, d'une quantité trop faible de matière pour que ce fait puisse être avancé dès à présent avec certitude [2]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz (18 mars 1878).

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur la suspension des phénomènes de la vie dans l'embryon de la poule.* Note de M. **Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« Harvey avait observé que, lorsque l'on ouvre un œuf, après trois jours d'incubation, les battements du cœur, d'abord très-fréquents, se ralentissent, puis s'arrêtent, mais qu'ils reparaissent après un certain temps d'arrêt, quand on touche cet organe avec de l'eau tiède ayant à peu près la température de la poule couveuse. Il avait observé également que cette réapparition des battements du cœur peut se produire à diverses reprises.

» J'ai bien souvent répété cette expérience d'Harvey, dans mes études sur la production artificielle des monstruosités, et j'ai toujours obtenu les mêmes résultats. Mais j'ai, dans ces derniers temps, constaté quelque chose de plus, la réapparition des battements du cœur, sous l'influence de l'eau tiède, lorsqu'ils ont cessé depuis plusieurs jours.

» Quand on retire des œufs de la couveuse artificielle après trois jours d'incubation, les battements du cœur se ralentissent, puis ils cessent complétement. Ce fait se produit plus ou moins rapidement, suivant que la température de l'air extérieur est plus ou moins basse : j'ai fait ces expériences cet hiver. Le cœur cessait de battre ordinairement après la vingt-quatrième heure écoulée depuis le commencement du refroidissement et avant la quarante-huitième.

» L'arrêt complet des battements du cœur est toujours précédé d'un arrêt de la circulation. En effet, la force des battements du cœur diminue en même temps que leur fréquence. A cette époque de l'évolution, les vaisseaux ne se sont pas encore produits dans les divers organes de l'embryon, et l'appareil circulatoire n'est encore constitué que par les vaisseaux de l'aire vasculaire, par les artères qui lui apportent le sang, et par les veines qui en ramènent le sang au cœur. La diminution de force et de fréquence des battements du cœur fait que le sang s'arrête d'abord dans les vaisseaux de l'aire vasculaire ; puis dans les artères et les veines omphalomésentériques ; puis il arrive un moment où les battements du cœur ne sont plus assez forts pour vider les cavités ; puis enfin les battements s'arrêtent tout à fait.

» Le contact de l'eau tiède fait alors reparaître les battements, même plusieurs jours après leur cessation complète. Toutefois, la fréquence et la force des battements sont d'autant plus marquées que l'arrêt a été moins

long. Il arrive un moment où l'oreillette seule est capable de se contracter. Après cinq jours d'arrêt, je n'ai plus rien obtenu.

» La réapparition des battements du cœur se produit de la même façon, si, au lieu d'employer le contact de l'eau chaude sur des embryons retirés des œufs, on laisse les œufs intacts, et on les replace dans la couveuse. Mais alors j'ai observé des faits entièrement inattendus.

» Lorsque j'ai remis en incubation des œufs retirés de la couveuse depuis deux jours, l'évolution, complétement arrêtée depuis deux jours, s'est généralement rétablie et a repris son cours normal. J'ai pû même voir éclore un poulet soumis à ces conditions, et qui a brisé sa coquille le vingt-troisième jour au lieu du vingt et unième. Dans quelques cas seulement, la reprise de l'évolution n'a pas eu lieu.

» Dans tous ces cas, la circulation avait été complétement arrêtée. Quant aux battements du cœur, ils s'étaient considérablement ralentis, ou même avaient complétement cessé. Je m'en suis assuré en ouvrant des œufs soumis exactement aux mêmes conditions que ceux que je replaçais dans la couveuse. Pour éviter les causes d'erreur pouvant se produire pendant le détachement du blastoderme, je me suis contenté d'enlever la partie de la coquille qui recouvrait l'embryon, et j'ai étudié l'embryon au travers de la membrane vitelline en l'éclairant à l'aide d'un miroir et en l'observant à la loupe, comme les médecins observent la rétine à l'aide de l'ophthalmoscope. Ces observations que j'ai faites, avec le concours du Dr Martin, médecin de l'École Polytechnique, m'ont permis de constater, dans certains cas, l'arrêt complet des battements du cœur.

» Les phénomènes physiologiques de l'embryon, après trois jours d'incubation, ne consistent encore que dans l'évolution et la circulation de l'aire vasculaire. Il y avait donc eu suspension complète de la vie sous l'influence du refroidissement, puis réapparition des phénomènes de la vie sous l'influence de la chaleur de l'incubation.

» Cette suspension complète et cette reprise de la vie, constatées depuis longtemps dans les végétaux et dans les animaux à sang froid, n'avaient jamais été observées chez les animaux à sang chaud. Nous savons, en effet, par les travaux de M. Bouchut, que dans la syncope, si longtemps attribuée à la cessation complète des battements du cœur, il y a seulement diminution du nombre et de l'énergie des battements.

» A l'époque de l'évolution où j'ai observé ces faits, l'embryon est déjà presque entièrement formé. Il en résulte que ce refroidissement temporaire ne peut déterminer qu'un très-petit nombre d'événements tératogéniques,

portant sur les organes dont la formation est encore incomplète. Les seules monstruosités que j'aie observées chez ces embryons étaient des cas d'éventration ou de *célosomie*, tenant à l'absence des parois abdominales.

» La reprise de l'évolution ne s'est pas produite lorsque j'ai replacé dans la couveuse des œufs qui en avaient été retirés depuis trois ou quatre jours. Il y a eu seulement, dans plusieurs de ces œufs, réapparition des battements du cœur qui ont duré pendant quelque temps, puis ont complétement disparu. Ces battements étaient, d'ailleurs, peu fréquents et peu intenses. La mort s'est toujours produite au bout de deux ou trois jours.

» Il est probable que ces faits physiologiques se produiraient d'une autre manière, au printemps ou à l'été, et que l'arrêt complet des battements du cœur serait beaucoup plus tardif. L'expérience me l'apprendra bientôt. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Preuves de la nature parasitaire du charbon. Identité des lésions chez le lapin, le cobaye et le mouton.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

» Dans la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 3 décembre dernier, j'ai exposé le mécanisme de la mort, consécutif à l'inoculation du charbon au lapin. Le lapin meurt à la suite de l'oblitération des capillaires des organes essentiels, tels que le cerveau, le poumon. La plupart des capillaires flexueux de l'économie sont remplis de bactéridies au moment de la mort; je signalerai la choroïde et la rétine des lapins albinos comme étant l'un des points où l'on observe le plus facilement les oblitérations. En première ligne doivent être placés également les plexus choroïdes des ventricules latéraux et les capillaires sanguins des ganglions lymphatiques et du tissu conjonctif.

» Malgré ces preuves de la nature parasitaire du charbon et celles qui ont été fournies par MM. Koch et Pasteur, quelques expérimentateurs croient encore à l'existence d'un *virus* charbonneux; c'est pourquoi je crois utile d'appeler l'attention sur les expériences suivantes, qui me paraissent apporter des arguments irréfutables en faveur de la doctrine parasitaire.

» 1° J'ai démontré que, lorsqu'on recueille le sang charbonneux frais dans des tubes où il est conservé à l'abri de l'air et de la putréfaction, ce sang perd ses propriétés contagieuses en sept à huit jours, plus tôt même

si le sang est maintenu à une température de 38 à 40 degrés. Les virus ne se comportent pas habituellement de cette façon. Ce moyen est, au contraire, un de ceux que l'on emploie pour les conserver.

» 2° La filtration du sang charbonneux frais et défibriné, faite à travers un filtre composé de huit feuilles de papier, suffit pour débarrasser le sang de ses éléments contagifères; ce filtre laisse passer les granulations et même quelques globules blancs, mais il retient toutes les bactéridies. Cette méthode est préférable à la filtration sur le plâtre, qui ne laisse passer que les substances dissoutes dans le sérum et pas un élément figuré. Or, M. Chauveau a démontré que les propriétés contagieuses appartiennent exclusivement aux particules figurées des humeurs virulentes. Dans les expériences de mon savant maître, la filtration, exécutée de la façon que j'ai employée pour le charbon, laisse passer une bonne partie des éléments virulents. Appliquée au sang charbonneux, elle le débarrasse complétement de ses propriétés contagieuses.

» 3° Dans le cas d'injection ou, si l'on veut, de transfusion directe de vaisseau à vaisseau, faite d'un animal à un autre de même espèce, on peut à volonté diminuer le temps qui sépare le moment de l'injection de celui de la mort; supprimer la prétendue période d'incubation, comme le prouvent les expériences suivantes :

» J'injecte, dans la jugulaire, à trois lapins placés dans les mêmes conditions, des quantités égales de liquide, $1\frac{1}{2}$ centimètre cube : sang pur extrait immédiatement de la jugulaire, avec la seringue Pravaz, d'un animal arrivé à la dernière période de la maladie charbonneuse; sang dilué dans de l'eau distillée, et en telle quantité, que ces différents liquides correspondent à 1500 millions de bactéridies, 75 millions de bactéridies et 1500 bactéridies. Le premier sujet meurt en sept heures, le second en douze à treize heures, le troisième en trente-six heures. Or, chacun sait que, lorsqu'il s'agit de virus, la quantité importe peu : si la durée de la période incubatrice varie, c'est pour des causes autres que la proportion de virus introduit.

» 4° Dans les deux expériences suivantes, les faits sont encore plus probants. Un lapin inoculé depuis vingt-huit heures avec des bactéridies cultivées dans du sérum est sur le point de mourir : les bactéridies examinées dans la jugulaire sont au moins dans la proportion d'une pour deux globules sanguins, soit environ deux millions cinq cent mille par millimètre cube.

» *A*. Lapin de trois mois, pesant 515 grammes; température 41°,5.

» A $4^{h}25^{m}$, injection, dans la jugulaire, de 2 centimètres cubes du sang, soit 5 milliards de bactéridies.

» A $4^h 55^m$, examen du sang d'une veine de l'oreille : 5 à 6 bactéridies par champ du microscope (objectif 7 de Vérick).

» A $5^h 30^m$, 8 à 10 bactéridies par champ.

» A $6^h 10^m$, 12 à 14 bactéridies, température 39°,6.

» A $7^h 40^m$, 150 bactéridies, température 37°,3, coma très-profond, globules agglutinés. L'examen du sang de la jugulaire montre 700 à 800 bactéridies par champ. (Elles sont toujours beaucoup moins nombreuses dans les vaisseaux de l'oreille, où la circulation se ralentit très-vite.) L'animal est de plus en plus malade : après quelques convulsions générales, il meurt à $7^h 50^m$, c'est-à-dire trois heures vingt-cinq minutes après l'injection.

» *B*. Lapin de la même portée, plus fort, du poids de 820 grammes, température 41°,3.

» A $4^h 45^m$, injection de 1 centimètre cube de sang pris directement dans le ventricule droit, au moyen d'une seringue Pravaz, soit 2 milliards 500 millions de bactéridies.

» A 5 heures, examen du sang de l'oreille; 1 ou 2 bactéridies par champ.

» A $5^h 35^m$ et $6^h 20^m$, la proportion de bactéridies reste la même dans la veine de l'oreille.

» A 8 heures, je coupe en travers une petite artère de l'oreille : 13 à 14 bactéridies par champ; le coma commence ; température 39°,3.

» A $8^h 30^m$, 20 bactéridies par champ, coma profond, globules agglutinés.

» A 9 heures, 50 bactéridies, température 36°,5. Le thermomètre baisse sous les yeux. Coma tellement profond que la piqûre de la cornée provoque à peine un clignotement. On peut compter au moins 1000 bactéridies par champ, dans la jugulaire.

» A $9^h 15^m$, mort de l'animal ; température à 35°,8. La mort est arrivée en quatre heures vingt-cinq minutes.

» Dans ces deux cas, l'autopsie démontre l'existence d'embolies dans tout le système capillaire. Elles sont tellement nombreuses dans le poumon, qu'elles en cachent complétement la structure.

» Les cinq expériences que je viens de rapporter démontrent bien que la mort est due à la multiplication des bactéridies. On peut, en tenant compte de la quantité de bactéridies injectées, de la durée de la maladie, de la masse du sang des sujets et du nombre approximatif de bactéridies existant au moment de la mort, établir que la multiplication des parasites se fait suivant une progression géométrique, qui commence immédiatement après leur introduction dans le système sanguin. L'intervalle de temps qui sépare chaque terme de la progression est ici d'environ quarante minutes. Il est irréfutable également que cette multiplication se fait dans les vaisseaux sanguins, et qu'il ne peut être question d'une incubation, quelque courte qu'elle soit. La présence du parasite, que l'on suit pas à pas, exclut toute idée de virus.

» J'ai vérifié sur d'autres animaux les résultats obtenus sur le lapin. Il

est à peine besoin de dire que, chez le cobaye, tout se passe de la même façon.

» Chez le mouton, on rencontre des lésions identiques; l'oblitération des capillaires est peut-être encore plus complète, notamment dans les villosités intestinales et dans la substance grise des centres nerveux. Tout ce que j'ai dit du lapin s'applique exactement à cette espèce. La multiplication du parasite se fait seulement plus complète encore et plus rapide.

» Dans un certain nombre d'expériences sur l'âne et sur le cheval, j'ai obtenu des résultats identiques à ceux que l'on observe sur le lapin et le mouton, et d'autres qui en diffèrent sous un certain rapport.

» On peut également tuer les chiens par injection intra-veineuse d'une quantité très-minime de sang charbonneux frais. Les lésions trouvées à l'autopsie ont une grande ressemblance avec celles que l'on rencontre chez certains Équidés. Elles me paraissent dues, en partie, à l'existence d'une matière éminemment phlogogène, qui accompagne les bactéridies, et dont j'étudierai les effets dans une prochaine Note. »

PHYSIQUE. — *Note sur un nouveau couple au bioxyde de manganèse;* par M. A. GAIFFE. (Extrait.)

« Ce couple se compose : 1° d'un cylindre de charbon aggloméré et poreux, percé, dans toute sa longueur, de trous parallèles à l'axe, qui sert de vase poreux et d'élément collecteur; 2° d'un bâton de zinc amalgamé; ils plongent tous deux dans un vase de verre. On place, dans les cavités du cylindre, des grains de bioxyde de manganèse, et l'on remplit le vase extérieur avec de l'eau contenant environ 20 pour 100 de chlorure de zinc exempt de plomb et aussi neutre que possible.

» Il se forme de l'oxyde de zinc, qui tombe à l'état pulvérulent au fond du vase de verre. La force électromotrice, la résistance intérieure et la constance de ce couple ne perdent rien par la substitution du chlorure de zinc au chlorhydrate d'ammoniaque.

» Ce couple peut se recharger, sans avoir recours au constructeur, aussi facilement que les couples à dépolarisateur soluble; il ne donne plus lieu à la formation de chlorure double de zinc et d'ammonium qui, dans certaines circonstances, incruste les vases poreux et les met hors de service; enfin, l'avidité du chlorure de zinc pour l'eau en arrête assez l'évaporation, pour qu'on n'ait jamais à craindre l'arrêt du courant par dessiccation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur trois bolides observés en janvier et février 1878, à Damblain (Vosges) et à Chaumont (Haute-Marne).* Note de M. **Guyot.**

« 1° Le 12 janvier, à 9^h25^m du soir, à Damblain, un bolide se montra dans la constellation de la Lyre et parcourut, pendant l'espace de quatre-vingts secondes environ, une ligne dans la direction de Saturne. Il s'arrêta au-dessus de l'Aigle. Là, il éclata, mais je n'ai entendu aucun bruit. Avant l'explosion, son éclat était légèrement bleuâtre; il devint d'un beau vert lors de la fragmentation du météore.

» La grosseur de ce bolide était d'environ le dixième du disque lunaire. Il n'y eut aucune traînée lumineuse dans la trajectoire.

» 2° Le deuxième bolide que j'ai constaté à Damblain s'est montré le 4 février 1878, à 10^h15^m du soir. Le ciel était nuageux au nord-nord-ouest; les nuages avaient été colorés en jaune orangé au moment du coucher du soleil. Le météore lumineux s'est montré au nord-nord-est; il était animé d'un mouvement assez lent vers le sud-sud-ouest. Sa hauteur était d'environ 25 degrés au-dessus de l'horizon et sa grosseur d'environ les 7 dixièmes de celle de la Lune.

» Traînée lumineuse légèrement rosâtre. Ce bolide disparut sans que je pusse voir sa séparation en fragments; mais, environ deux minutes après le commencement du phénomène, j'entendis un bruit lointain ressemblant au roulement d'un caisson d'artillerie sur des pavés. J'étais, au moment de cette observation, sur la route de Breuvannes à Blevaincourt, à l'entrée du bois de la Rebécueil.

» 3° Le 20 février 1878, voyageant sur la route de Nogent à Chaumont, je vis, un peu avant d'entrer dans cette dernière ville, à 10^h40^m du soir, un bolide dont le nucléus était le sixième du diamètre lunaire. En 60 secondes, il parcourut, sans traînée lumineuse, la trajectoire suivante :

» Début près des étoiles ε et δ de Cassiopée; il entre ensuite dans Persée, passe près de θ et α et continue sa course vers les Pléiades, en coupant ν de Persée et Algol et en passant à droite de χ de la même constellation. Il fit explosion près des Pléiades, en produisant une lumière d'un vert éblouissant. Un fragment de bolide se dirigea vers δ du Taureau; un autre remonta vers le nord, en entrant dans la constellation du Cocher et disparut vers θ. Un troisième fragment se dirigea à l'ouest et se perdit dans le Bélier.

» A 11^h5^m, brouillard intense sur Chaumont et ses environs [1]. »

---

(1) Cette dernière observation est identique à celle que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie en 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 202), relativement à un bolide observé à Nancy le 20 décembre 1871. En comparant les deux phénomènes, on voit qu'ils débutent tous deux dans Cassiopée, qu'ils suivent la même trajectoire et qu'ils ont leur terminus près des Pléiades. Les phénomènes particuliers suivants sont aussi identiques :

1° Même vive lueur verte, produite au moment de l'explosion;

2° Absence de traînée lumineuse, tant dans le chemin parcouru par le bolide entier que dans les trajectoires tracées par les fragments;

3° Même marche des fragments vers le nord et l'ouest, avec disparition près des mêmes étoiles.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1878.

Exposé des applications de l'électricité; par le comte TH. DU MONCEL; t. V : *Applications industrielles de l'électricité*. Paris, E. Lacroix, 1878; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; n°s 60 à 66, du 1er au 7 mars 1876; autographié.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. VIII et IX. Toulouse, impr. Douladoure, 1876-1877; 2 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire; t. LV, n°s 7, 8, 9, 10. Tours, impr. Rouillé-Ladevèze, 1877; 4 liv. in-8°.

Inventaire de la Collection archéologique et anthropologique de feu M. H. DE FERRY. Mâcon, 1877; br. in-8°.

Mémoire sur l'équilibre astatique; par G. DARBOUX. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1877; br. in-8°.

L'Exposition universelle et l'uniformité des mesures. Quelques mots sur les mesures monétaires; par M. LÉON. Paris, Guillaumin, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-ka-wei. Bulletin mensuel, publié par le P. M. DECHEVRENS; n° 37, septembre 1877. Sans lieu ni date; in-4°.

Rapport sur les travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe, pendant les années 1875 *et* 1876; *par* le Dr J. LE BÈLE. Le Mans, impr. Monnoyer, 1877; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1877, n° 3. Moscou, A. Lang, 1877; in-8°.

VOLPICELLI, *Le savant physicien M. J. Tyndall confirme la théorie de M. Melloni, sur l'induction électrostatique*. Sans lieu ni date; opusc. in-8°.

Sopra alcuni scandagli del cielo eseguiti all' Osservatorio reale di Milano e sulla distribuzione generale delle stelle nello spazio. Annotazioni del prof. G. CELORIA. Milano, U. Hœpli, 1878; in-4°.

Sulla temperatura delle fiamme. Memoria del prof. F. ROSSETTI. Venezia, tipogr. Antonelli, 1878; opusc. in-8°.

Sul telefono di Graham Bell. Communicazione del prof. F. ROSSETTI. Venezia, tipogr. Antonelli, 1878; opusc. in-8°.

Le Marocche, antiche morene mascherate da frane. Nota del professore G. OMBONI. Padova, 1878; in-8°.

Geognostiche *Mittheilungen aus Ecuador; von* D^r^ Th. WOLF : *Der Cotopaxi und seine letzte Eruption am* 26 *Juin* 1877; br. in-8°. (Separat-Abdruck aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie, etc., 1878.) (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Denkschrift ubere besondere Culturmethoden der Reben zum schutze gegen Phylloxera; von H. Goethe. Graz, Leykam-Josefsthal, 1878; in-8°.

Tentamen Rosarum monographiæ, auctore E. REGEL. Saint-Pétersbourg, 1877; in-8°.

Greek Geometrie from Thales to Euclid; by G.-J. ALLMANN. Dublin, impr. Ponsonby and Murphy, 1877; br. in-8°.

Proceedings of the royal Society; vol. XXV, n°s 175 à 178; vol. XXVI, n°s 179 à 183. London, 1876-1877; 9 liv. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London; vol. CLXVI, Part II; vol. CLXVII, Part I. London, 1877; 2 vol. in-4°.

Catalog of scientific papers (1864-1873), *compiled and published by the royal Society of London;* vol. VII. London, 1877; in-4° relié.

Report of the forty-sixth meeting of the british Association for the advancement of Science, held at Glascow, in september 1876. London, J. Murray, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MARS 1878.

La Science expérimentale; par CLAUDE BERNARD. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; in 12°.

Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux; par CLAUDE BERNARD. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; in 8°.

Recueil de Mémoires, Rapports et Documents relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil. (Extrait du tome III, *Mesures des épreuves photographiques;* fascicule A, par MM. Fizeau et A. Cornu.) Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Études de Médecine clinique (de la température du corps humain et de ses variations dans les diverses maladies); par P. Lorain. Paris, Impr. nationale, 1877; 2 vol. in-8°.

Mémoire sur les maladies observées dans les environs de Clermont et produites par une farine altérée par le plomb; par le Dr Ronzier-Joly. Montpellier, Ricard frères, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878).

De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des plaques minces de roches éruptives; par M. A. Michel Lévy. Paris, Dunod, 1877; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées; février 1878. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Premier exposé d'une méthode pour extraire le grisou par des dépressions brusques et artificielles; par M. F. Laur. Saint-Étienne, Théolier frères, 1878; br. in-8°.

Étude sur le Phylloxera vastatrix; *par* M. Max. Cornu. Paris, Impr. nationale, 1878; in-4°. (Extrait du t. XXVI des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Notice sur les titres scientifiques de M. F. Tisserand. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

(*A suivre*)

ERRATA.

(Séance du 4 mars 1878.)

Page 588, ligne 10, *au lieu de* par ν conditions, *lisez* par $\nu - 2$ conditions.
» 13, *au lieu de* si $\nu \geq 2$, *lisez* si $\nu > 2$.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 Mars 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 11.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 12 (25 Mars 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences tendant à imiter des formes diverses de ploiements, contournements et ruptures que présentent les terrains stratifiés.* Note de M. **Daubrée.**

« Depuis cinquante ans, les inflexions, de natures très-variées, que les roches stratifiées présentent de toutes parts, ont été relevées avec non moins de soin que l'ordre de superposition qu'elles observent et la nature des fossiles qu'elles renferment. Les Alpes, le Jura, les Pyrénées, l'Apennin, les Alleghanys et bien d'autres chaînes de montagnes ont fourni des documents précis qui permettent de suivre ces accidents dans toutes leurs particularités. D'autres documents, également très-nombreux et d'une exactitude géométrique, ont été reconnus par l'exploitation des mines. A part leur intérêt au point de vue descriptif, ces dispositions éclairent sur la nature des forces qui ont agi dans l'écorce terrestre : c'est une partie de l'histoire du globe qui est très-digne d'attention.

» Le procédé employé par Hall pour expliquer les contournements des couches, bien qu'il ait été fort utile et qu'il soit devenu classique,

ne répond que d'une manière vague à plusieurs questions que l'on est conduit à se poser en présence de la nature. Il m'a paru intéressant de recourir à des dispositions qui permissent de faire varier davantage les relations des forces mises en jeu, et de chercher ainsi à imiter, dans leurs formes, certains modes remarquables de ploiements et de contournements des roches stratifiées.

» Disons tout d'abord que les expériences dont il va être question ne prétendent pas aboutir à une démonstration rigoureuse : elles apportent quelques données, encore en trop petit nombre, qui pourront être consultées dans la recherche des solutions possibles de ces questions compliquées, en attendant que le raisonnement et le calcul sachent les aborder.

» *Appareil employé ; nature des couches soumises aux pressions.* — Outre les pressions horizontales qui se sont exercées avec tant de puissance dans les ploiements dont il s'agit, des forces verticales sont généralement intervenues, les unes poussant de bas en haut, les autres de haut en bas ; ces dernières correspondent au poids des masses solides, ainsi qu'à celui des couches fluides qui leur étaient superposées.

» L'appareil consiste en un châssis en fer de forme rectangulaire, qui est destiné à recevoir les couches à comprimer. Ces couches sont disposées parallèlement à l'un des grands côtés du châssis, qui porte les écrous de vis servant à produire une pression perpendiculaire aux couches ; un second côté, contigu au premier, porte les écrous de vis qui doivent exercer sur les couches une pression parallèle à leur direction. On peut appeler les premières vis de *pression verticale*, et les secondes vis de *pression horizontale*. Les pressions s'exercent soit sur le plat, soit sur les tranches des couches, par l'intermédiaire de *plaques de pression* en bois ou en fer.

» Cette disposition, toute simple qu'elle soit, permet de produire des effets très-variés.

» En fermant partiellement le châssis par deux fonds qui le transforment en un parallélépipède rectangle, ou en lui donnant une section circulaire, on se place dans un cas plus général encore ; car, à part les pressions verticales, on peut exercer, dans le plan même des couches, des pressions horizontales suivant deux directions perpendiculaires entre elles.

» Pour pouvoir établir une certaine assimilation avec les faits naturels, il importe de choisir convenablement les substances sur lesquelles doivent s'exercer les pressions. Au lieu des feuillets d'argile ou d'étoffe des expériences de Hall, j'ai employé des couches de nature variée : les unes en métal, zinc, tôle et particulièrement plomb laminé, ayant diverses épais-

seurs; les autres en cire mélangée de diverses substances, telles que le plâtre, la résine, la térébenthine; en prenant des proportions convenables, on peut obtenir des mélanges de consistances très-différentes, depuis l'état plastique de la cire à modeler jusqu'à l'état cassant de la cire à mouler et au delà. Ces substances étaient employées, soit sous forme de tables épaisses, soit sous forme de feuillets d'épaisseurs diverses, superposés de manière à rappeler un groupe de couches sédimentaires.

» *Résultats d'expériences; principaux ploiements et contournements pris comme exemples.* — Je vais indiquer succinctement les résultats des expériences, en rappelant quelques-uns des types naturels dont ils reproduisent les formes :

» 1° Des couches homogènes et d'égale épaisseur ont été soumises à des pressions verticales, qui étaient uniformes sur toute l'étendue des couches. Les pressions horizontales y font naître alors des plis, assez uniformes, dont le nombre et la configuration varient avec les pressions exercées. Après un arc simple qui se forme d'abord, on fait naître, en continuant à presser, des sinusoïdes qui se succèdent l'une à l'autre, en affectant des inflexions de plus en plus nombreuses, à mesure que les pressions s'accroissent; ainsi, après trois sommets, on en voit apparaître cinq, et ainsi de suite. Ces courbures, avec concavités alternativement dirigées vers le bas et vers le haut, déterminent une série de lignes *synclinales* et *anticlinales*, suivant les termes adoptés par les géologues.

» Des configurations de ce genre sont extrêmement fréquentes dans la nature.

» 2° Cette régularité dans les ploiements cesse lorsque les pressions verticales ne sont pas uniformément réparties sur toute l'étendue des couches. Si celles-ci peuvent plus facilement céder d'un côté que de l'autre, au lieu d'avoir une sinusoïde régulière, on peut arriver à une disposition où, du côté de la moindre pression, se montrent des plis nombreux et brusques, tandis qu'à l'opposé les couches s'infléchissent à peine. Sous cette seule condition d'inégalité dans les pressions verticales, il y a dissymétrie dans les ploiements; de plus, cette dissymétrie peut être provoquée indifféremment, soit du côté de la plaque de pression mobile, soit du côté de la résistance fixe.

» 3° Ce n'est pas seulement la différence dans les pressions verticales exercées sur les différents points qui influe sur l'intensité des ploiements : des inégalités dans l'épaisseur des couches ont également une influence très-caractérisée. Si l'on soumet à la pression des feuilles de plomb gra-

duellement amincies d'une extrémité à l'autre, on voit naître des inflexions les unes à la suite des autres; elles apparaissent d'abord à la partie faible, et se succèdent vers la partie forte. De plus, on constate que les inflexions produites sont de moins en moins prononcées à mesure qu'on passe de la partie faible à la partie forte, c'est-à-dire que leur rayon de courbure va en augmentant dans ce même sens, comme pour l'expérience précédente. Les choses se passent avec la même régularité, que la partie faible se trouve du côté de la plaque de pression mobile ou qu'elle avoisine la plaque de résistance. Si, au lieu de faire décroître graduellement l'épaisseur sur toute la longueur, on place le minimum d'épaisseur sur un point intermédiaire, les portions de moindre résistance se comportent de la même manière que dans le premier cas. Il est remarquable de voir avec quelle sensibilité la variation d'épaisseur des couches soumises à une pression latérale, comme on vient de le dire, se reflète dans les inflexions qu'elles éprouvent.

» 4° Dans les expériences de ploiements, surtout dans les cas de dissymétrie pour les pressions verticales ou d'irrégularité dans les épaisseurs, lorsque la pression continue d'agir, on voit des formes sinusoïdales ou serpentantes, *sans surplomb*, se déformer graduellement et passer à des ploiements avec *renversement* de couches [1]. Le sens de ces renversements varie; la convexité avoisine tantôt le côté de la pression, tantôt le côté de la résistance.

» Ces derniers modes de ploiements, avec renversements et contorsions, rappellent tout à fait certains types naturels extrêmement fréquents, notamment les couches dites en C, dont le plan axial [2] se rapproche de la position horizontale, ainsi que les courbures en U couché, ou en S, suivant les noms qui leur ont été appliqués depuis de Saussure. Les renversements de couches qui accompagnent ces modes de courbures ont depuis longtemps appelé l'attention des observateurs : tantôt ces courbures tournent leurs convexités vers le centre de la chaîne, tantôt, au contraire, elles lui pré-

---

[1] En d'autres termes, une sinusoïde à axe horizontal, telle que chaque verticale ne la rencontre qu'en un seul point, se modifie peu à peu, de manière à acquérir des tangentes verticales, et, par conséquent, si l'on considère une suite de courbes parallèles à cette sinusoïde, qui sont déformées de la même manière, l'ordre de succession, en allant de haut en bas, se trouve renversé.

[2] Les couches en forme de C dans les Alpes (*Bibliothèque de Genève*, 1861). — Le terme de *plan axial* a été employé par MM. Rogers, dans leurs *Études sur les Appalaches*.

sentent leur ouverture. Tels sont aussi les plis avec inversions (*droits* et *dressants*, en contraste avec les *plats* ou *plateures*), si connus dans le bassin houiller du nord de la France.

» C'est encore aux mêmes causes qu'on peut rapporter la disposition de certaines couches ployées sur elles-mêmes, de telle sorte que les replis se sont rabattus les uns sur les autres avec parallélisme et sont devenus contigus; à la suite des érosions qui ont souvent enlevé les parties voisines de la surface du sol, ces couches rabattues simulent une stratification régulière, comme M. Baltzer en a récemment figuré dans le massif du Glaernisch (¹).

» 5° D'un autre côté, la dissymétrie transversale dans l'ensemble des ploiements d'un même faisceau de couches est un caractère très-fréquent. L'un des exemples les plus remarquables est fourni par le terrain carbonifère du nord de la France et de la Belgique. Sur toute cette étendue et même au delà, les contournements sont, on le sait, beaucoup plus forts dans la partie méridionale de la bande disloquée que dans la partie septentrionale. Le terrain carbonifère du pays de Galles participe à ce même caractère, comme l'a remarqué Élie de Beaumont (²), en rapportant ces accidents remarquables à un même système. Le massif des Appalaches présente, dans les nombreux ploiements de ses couches et sur de vastes dimensions, une dissymétrie non moins frappante, ainsi qu'il résulte des belles études de MM. Rogers.

» Parmi les causes multiples et possibles de dissymétrie, il en est d'abord deux qui ressortent des expériences qui précèdent.

» Une troisième serait due à un changement de composition des couches dans le sens horizontal, lequel amènerait une différence dans leur résistance à la flexion, et, par suite, un effet semblable à celui que cause une différence d'épaisseur.

» 6° Si la couche, au moment où elle est soumise à la pression, s'appuie contre un plan incliné, elle se courbe en se dirigeant tangentiellement à ce plan incliné, puis s'applique peu à peu contre lui, sur une partie de son étendue. C'est ainsi que le voisinage d'une faille, ou de couches déjà en surplomb, a pu influer sur le plongement des couches voisines et les diriger dans le sens même de leur inclinaison.

(¹) *Leonhards Jahrbuch*, 1876, p. 119. — Des faits identiques sont connus dans les Alleghanys (DANA, *Manual of Geology*, 1864, p. 107).

(²) *Système de montagnes*, p. 245.

» 7° L'un des phénomènes les plus remarquables que présentent les Alpes consiste en ce que, dans le voisinage immédiat de la chaîne, les couches de l'étage tertiaire moyen, caractérisé par la molasse et le nagelfluhe, plongent vers le sud, c'est-à-dire vers l'intérieur de cette chaîne. Il en résulte que les couches de cet étage s'inclinent, tantôt sous les couches nummulitiques ou éocènes, tantôt sous les couches crétacées, qui font partie de la chaîne et qui ont également subi une inversion complète. Il ne s'agit pas seulement d'un fait accidentel et local; ce renversement se montre sur une grande longueur. Les couches de la molasse, qui, à leur lisière méridionale, plongent vers le sud, lorsqu'on les suit plus loin des montagnes, plongent vers le nord. La ligne anticlinale des couches tertiaires, dont l'altitude est considérable au Righi et aux environs de Thun, est située à une distance moyenne d'une dizaine de kilomètres du pied de la chaîne ([1]). En divers points, les couches de l'étage de la molasse plongent sous les couches plus anciennes avec une sorte de concordance; ailleurs, elles viennent buter contre ces couches plus anciennes, par l'intermédiaire d'une faille.

» Il est possible d'imiter, dans leurs caractères principaux, les formes de ces renversements, quand on tient compte des données de l'observation, notamment des conditions que la lisière des Alpes pouvait présenter pendant le dépôt de la molasse, d'après M. Studer ([2]), et de cette circonstance signalée par M. Kaufmann, aux environs de Lucerne, que le renversement est d'autant plus prononcé que les couches miocènes, contre lesquelles butaient les couches de la chaîne, offraient plus de résistance.

» 8° En ployant les couches, on les voit souvent se disjoindre dans certaines de leurs parties. Cette sorte de décollement a son analogue dans la nature : on le remarque surtout lorsque, comme en Derbyshire, des épanchements métallifères ont profité de ces disjonctions pour s'y déposer [*flat works* ([3]), certains *liegende Stöcke*.]

» Dans un faisceau de couches d'abord juxtaposées, le parallélisme peut être troublé d'une autre manière par les actions qui les infléchissent, sur-

---

([1]) Studer, *Geologie der Schweiz*, t. II, p. 374 à 389. — *Index der Stratigraphie der Schweiz*, p. 12.

([2]) *Geologie der Schweiz*, t. II, p. 388.

([3]) Dans la même contrée, les joints ont également servi de réceptacle au minerai de plomb, et ces veines se distinguent des précédentes, sous le nom de *schrins*.

tout si ces couches, de natures différentes, ne résistent pas de la même manière à la pression. C'est une disposition analogue à celle que présentent la face méridionale des Diablerets ([1]), vue d'Anzeindaz, et la base de la Dent de Morcles.

» Des cassures et des surfaces de rupture, dont je ferai prochainement connaître les caractères, peuvent prendre naissance en même temps que les divers modes de ploiement dont il vient d'être question. »

ANTHROPOLOGIE. — *Craniologie. La race tasmanienne.* Note de MM. **A. de Quatrefages** et **E. Hamy**.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, au nom de M. Hamy et au mien, et aussi au nom des éditeurs, de la 6e livraison des *Crania ethnica*.

» Dans les livraisons précédentes, j'apportais en collaboration le résultat de mes recherches sur la distinction des races mélanésiennes, sur leurs rapports généraux d'habitat, ainsi que mes études détaillées sur la caractérisation et la distribution géographique des groupes négritos. Mais, à l'exception des Néo-Calédoniens, dont j'avais exposé l'histoire avec assez de développement dans mes leçons au Muséum, j'avais presque entièrement négligé les autres Papouas et les Tasmaniens. Ce sont ces deux races que M. Hamy vient d'étudier seul dans le plus grand détail. En entretenant l'Académie de ce double travail, je ne remplirai en réalité que les fonctions de rapporteur.

» La livraison actuelle ne renferme qu'une partie de l'étude craniologique de la race Papoua. Je ne parlerai donc que des Tasmaniens. L'intérêt tout spécial qui s'attache à ce petit groupe humain m'autorisera d'ailleurs à sortir quelque peu du cadre habituel de ces résumés et à rappeler en peu de mots sa douloureuse histoire.

» La grande île découverte par Abel Tasman le 24 novembre 1642, et qu'il nomma Terre de Van Diemen, nourrissait une population indigène que des documents officiels estiment s'être élevée au chiffre de 7000 âmes environ. Diverses considérations permettent de regarder ce chiffre

([1]) Ce fait a été déjà très-nettement représenté sur la coupe qu'Alexandre Brongniart en a donnée en 1823, d'après Élie de Beaumont, alors élève ingénieur des Mines (terrain de sédiment du Vicentin, p. 47).

comme devant être un minimum. Quoi qu'il en soit, le 29 mars 1803, le lieutenant John Bowen recevait l'ordre de se rendre en Tasmanie avec quelques soldats et quelques convicts, pour y fonder un établissement pénitentiaire. Le 3 mai 1804, le lieutenant Moore faisait tirer, sans provocation, sur un parti d'indigènes qui chassaient le kanguroo avec femmes et enfants. Plusieurs noirs furent tués ou blessés. Ce meurtre et les excès de tous genres auxquels se livraient les convicts provoquèrent bientôt de sanglantes représailles. La *guerre noire* (*black war*) était commencée. Elle devait nécessairement grandir à mesure que les Européens, chaque jour plus nombreux, refoulaient davantage les indigènes, et ceux-ci ne pouvaient qu'être les victimes de cette lutte inégale. Ils n'en résistèrent pas moins pendant bien des années. En 1830, le gouverneur, le colonel George Arthur, voulant en finir, organisa une immense traque, qui devait, pensait-il, permettre de s'emparer de tous les indigènes. Cette opération coûta à la colonie 70 000 livres sterling et aboutit à la capture de deux noirs. Les autres s'étaient aisément glissés entre les traqueurs. Mais, à partir de ce moment, les malheureux Tasmaniens se rendirent mieux compte du nombre et de la force de leurs ennemis et, à quelques exceptions près, se laissèrent aller au découragement.

» Ce fut alors qu'un simple artisan d'Hobart-Town, George-Augustus Robinson, entreprit de pacifier à lui seul l'île entière. Accompagné d'un petit nombre d'indigènes qui lui étaient dévoués, parmi lesquels figuraient une femme, Truganina, à laquelle sa beauté relative avait valu le nom de Lalla-Rookh, et son mari, Woraddey, ancien chef de l'île Bruni, il alla trouver, bien souvent au péril de sa vie, les sauvages cachés au fond des bois; il les amena successivement à le suivre; et, le 28 décembre 1835, il conduisit à Hobart-Town les huit derniers Tasmaniens restés libres. A cette date, le nombre des survivants n'était déjà plus que de 210.

» Le gouvernement anglais fit évidemment son possible pour conserver et relever ce qui restait de cette malheureuse population; mais elle était frappée à mort. Transportée dans l'île Flinders, elle diminua rapidement. Dès 1842, Strzélecki ne comptait que 54 survivants; au mois d'octobre 1847, il n'en restait que 44. Alors on permit à ces derniers représentants des 7000 Tasmaniens de regagner leur île en leur assignant une résidence à quelques milles d'Hobart-Town, à Oyster-Cove, la Baie aux Huîtres des voyageurs français. En 1859, Bonwick n'y trouva plus que 6 femmes et 5 hommes. Le dernier de ceux-ci, William Launey, mourut le 3 mars 1869; et les journaux nous ont appris l'année dernière la mort de

Truganina, qui a par conséquent survécu pendant sept ou huit ans à tous ses compatriotes.

» Ainsi, dans l'espace d'environ 70 ans, la population tasmanienne a disparu en totalité. Elle n'a laissé d'autres traces de son existence passée que quelques métis, presque tous dispersés dans les petits archipels du détroit de Bass. En présence de cet anéantissement complet d'un groupe humain, bien des voyageurs de toute nation, Darwin, entre autres, ont hautement manifesté leur indignation. Les reproches qu'ils adressent aux colons européens ne sont malheureusement que trop fondés. Toutefois ceux-là même qui traquèrent les Tasmaniens comme des bêtes fauves ne sauraient être rendus entièrement responsables de leur destruction. Les faits observés à Flinders et à la Baie aux Huîtres montrent que les indigènes de Van Diemen ont en partie succombé au mal étrange que les Européens semblent importer partout avec eux dans ce monde maritime, mal qui a dépeuplé en partie la Polynésie, qui commence à attaquer les petits archipels mélanésiens et qui ne s'accuse pas seulement par l'accroissement de la mortalité, mais surtout peut-être par la diminution de la natalité.

» Avant de disparaître entièrement, les Tasmaniens ont laissé des matériaux d'études suffisants pour que l'on puisse préciser avec détail les caractères qui les distinguaient. Nous possédons plus de vingt portraits, dont plusieurs coloriés, en buste ou en pied, dessinés par les artistes de diverses expéditions scientifiques ou par les peintres d'Hobart-Town; dix-neuf photographies, dont trois reproduisent Truganina âgée et prise de face, de profil et de trois quarts; deux bustes modelés par un sculpteur nommé Laid, d'Hobart-Town, l'un d'après la même Truganina encore jeune, et l'autre d'après son mari, alors dans la force de l'âge; six bustes moulés sur nature, par Dumoutier, dont cinq coloriés sur place. L'un d'eux est encore celui de Truganina, dont nous avons ainsi cinq représentations; un autre est celui de Malaguerna ou Malagana, un des principaux chefs insulaires, dont on a le portrait dessiné en pied. Enfin la tête d'un prisonnier mort à l'hôpital d'Hobart-Town, et rapportée par M. Eydoux, a été moulée au Muséum et coloriée d'après les bustes de Dumoutier.

» En discutant cet ensemble de données, en comparant les Tasmaniens aux autres populations à teint noir de l'Océanie, on est amené à conclure qu'ils constituaient à eux seuls une race spéciale. Leur chevelure franchement laineuse les isolait des Australiens, leurs plus proches voisins géographiques; leur teint, d'un noir bien foncé, légèrement olivâtre, les

séparait des Papouas proprement dits et les rapprochait des Négritos; mais ils se distinguaient de ces derniers par quelques traits de la face vraiment exagérés chez eux, entre autres l'écrasement de la portion moyenne du nez, la largeur des narines et la fuite du menton.

» L'étude ostéologique confirme la conclusion générale que je viens d'énoncer et permet de la préciser encore mieux. M. Hamy a indiqué avec détail où se trouvent les éléments de cette étude. De ce relevé il résulte que les collections publiques ou privées ont recueilli au moins 54 têtes osseuses bien authentiques et six squelettes de Tasmaniens. Comme il était facile de le prévoir, la plupart de ces pièces appartiennent aux collections anglaises; mais, après elles, c'est notre Muséum qui est le plus riche. Il compte dans ses vitrines neuf crânes parfaitement authentiques, qui ont servi de base aux recherches de M. Hamy. La provenance de toutes ces pièces est connue. Cinq appartiennent à des tribus du sud de l'île, quatre à des tribus du nord. Disons tout de suite que les différences reconnues entre ces deux groupes sont insignifiantes et rentrent entièrement dans celles que l'on constate à chaque instant entre individus de même groupe. En outre, en comparant les résultats obtenus par lui avec ceux que M. Barnard Davis avait tiré de ses propres études sur des matériaux plus nombreux et provenant d'autres points de l'île, M. Hamy a retrouvé le même fait.

» Ainsi la population tasmanienne, malgré sa dispersion sur un espace assez considérable, malgré sa division en tribus dont le langage différait assez pour qu'elles ne pussent se comprendre, ne formait qu'une seule race remarquablement homogène. Cela même atteste la pureté de cette race, restée probablement sans mélange depuis le moment où elle a été constituée. En tout cas, pas plus que M. Hamy, je ne saurais accepter la possibilité que semble admettre M. Topinard d'une origine multiple pour les insulaires de Van Diemen. Cette différence d'appréciation tient peut-être à ce que M. Topinard n'avait pas eu à sa disposition tous les éléments d'étude dont disposait M. Hamy.

» Le crâne tasmanien se reconnaît aisément à deux caractères remarquables : la forme et le développement des bosses pariétales et la carène qui règne entre ces deux éminences. Les premières sont très-fortes, comme coniques et placées à égale distance des sutures coronale et lambdoïde. De leur développement même il résulte qu'au-dessous d'elles les pariétaux descendent sans se renfler et dessinent, quand on regarde la tête par-devant, deux lignes presque droites, légèrement convergentes, que continue presque régulièrement la projection des écailles temporales. En

dessus il se produit quelque chose d'analogue; la projection des deux bosses dessinant deux lignes qui s'élèvent vers le milieu de la tête. Mais là elles sont séparées par la saillie du prolongement de la bosse frontale médiane. Celui-ci, en atteignant la sagitale, se creuse pour ainsi dire d'une gouttière qui renferme la suture, et reste séparé des bosses pariétales. C'est à cet ensemble de saillies et de dépressions dirigées d'avant en arrière que l'on a donné le nom de *carène*. Ce trait si caractéristique paraît exister chez tous les Tasmaniens adultes.

» L'indice céphalique moyen varie chez les adultes de 77,10 (tribus du sud) à 76,34 (tribus du nord). La différence, 0,76, est, on le voit, insignifiante. Elle s'élève à 0,94 pour les tribus du nord-ouest, mais reste par conséquent largement dans les limites indiquées plus haut.

» La capacité du crâne calculée est, selon M. Hamy, en moyenne, pour les hommes adultes, de 1420 centimètres cubes : ce chiffre est un peu inférieur à celui que M. Topinard a obtenu par des mesures directes. Il n'en place pas moins la race qui nous occupe sensiblement au-dessus des Nègres nubiens (1329 centimètres cubes, Top.; différence, 91 centimètres cubes). Ceux-ci n'en sont pas moins, au point de vue social, fort au-dessus des Tasmaniens. On voit par là une fois de plus ce qu'a de peu fondé l'opinion des écrivains qui veulent établir des relations trop étroites entre le volume du cerveau, accusé par la capacité du crâne, et le développement intellectuel.

» Au reste, à part les empreintes de circonvolutions relativement fortes, signalées par M. Hamy à la face interne de l'occipital, le crâne tasmanien ne présente aucun de ces prétendus signes d'infériorité sur lesquels on a trop souvent insisté. C'est ce que M. Topinard a reconnu lui-même. Quand on le regarde de profil, on voit la courbe antéro-postérieure s'élever au-dessus de bosses surcillères généralement très-accusées, dessiner un frontal quelque peu oblique, mais s'étendant très-haut, s'élever et se développer d'une manière régulière jusque près de l'écaille supérieure de l'occipital. Là elle s'infléchit légèrement en-dessus pour gagner la saillie que forme cette écaille, reprend sa direction première et, à la hauteur de la crête occipitale, se courbe parfois brusquement en dessous. Vu de face, le crâne tasmanien présente, indépendamment des lignes indiquées plus haut, un front un peu étroit, bien d'accord avec ce que montrent les photographies d'individus vivants.

» La face tasmanienne osseuse n'est pas moins bien caractérisée que le crâne. Elle se distingue par son peu de hauteur relative, par ses formes

brutales, mais surtout par quelques traits exceptionnels bien remarquables.

» Le plus frappant se trouve dans la charpente du nez. Les os propres, convexes et pincés dans le haut, se creusent profondément dans leur partie moyenne, se relèvent et s'aplatissent quelque peu en avant. Les apophyses montantes des molaires présentent des alternatives correspondantes. De là il résulte que la racine du nez est plus profondément enfoncée sous la glabelle que dans aucune autre race et que la saillie des bosses surcillères paraît plus forte qu'elle ne l'est réellement. L'ouverture des fosses nasales est très-large et dessine presque un triangle équilatéral. En somme, l'indice nasal trouvé par M. Hamy, 62,74, dépasse de 4,46 celui des Hottentots et Boschismans, le plus fort qu'eût mesuré M. Broca.

» Le prognathisme maxillaire supérieur est assez prononcé; mais les dents, moins obliques que l'os lui-même, se recourbent en outre de haut en bas et sont presque verticales à la mâchoire supérieure. Elles sont, en outre, très-développées, surtout les incisives médianes. M. Hamy a trouvé qu'elles mesurent parfois 13 millimètres de hauteur à partir du collet et 11 millimètres de largeur.

» A la mâchoire inférieure, la branche horizontale est parfois remarquablement épaisse et robuste, la branche montante restant au contraire mince et étroite. L'ensemble est raccourci d'arrière en avant. Il résulte de là que les dents sont obligées de se porter obliquement en haut pour joindre celles de la mâchoire supérieure. En même temps le menton, rejeté en arrière, est quelque peu fuyant.

» La tête osseuse que M. Hamy a prise pour type des Tasmaniens du sud, et dont j'abrége la description, est celle du Tasmanien d'Eydoux. Elle a été déjà étudiée par notre confrère M. Gervais, qui en avait donné une description fort exacte. On pourrait penser qu'elle exagère quelques-uns des traits de la race et, en effet, ceux-ci s'adoucissent sur quelques-unes des têtes que possède le Muséum et que M. Hamy a diagraphiées pour son travail; mais ils s'exagèrent chez d'autres. A coup sûr, la forme du nez et le peu de saillie du menton devaient être bien plus prononcés chez quelques-uns des individus dont nous possédons les photographies. On peut en juger en examinant les profils de deux femmes placées sur la même planche dans un des ouvrages de Bonwick (*Daily life and origin of the Tasmanians*, p. 106). Chez l'une la portion moyenne du nez semble avoir entièrement disparu, chez l'autre on ne voit pour ainsi dire pas trace de menton.

» M. Hamy termine son travail par une courte discussion des opinions émises par ses prédécesseurs. Il rend succinctement, mais complétement, justice à chacun d'eux, entre autres à notre confrère M. Blanchard qui avait accepté la tâche ingrate et difficile de commenter l'atlas de Dumoutier sans qu'il lui fût permis de consulter les originaux; il rappelle les opinions de MM. Hombron, Huxley, Giglioli, Pruner-bey, Topinard, Barnard-Davis. Ce dernier avait dit : « Les Tasmaniens n'étaient ni Australiens, ni Papouas, » ni Polynésiens ». On peut ajouter maintenant avec confiance qu'ils n'étaient pas non plus Négritos. Intermédiaire à certains égards entre les groupes précédemment étudiés et ceux dont l'examen va suivre, la race tasmanienne formait à elle seule, dans l'ensemble des races nègres, une subdivision tout à fait à part, quoique plus rapprochée de celles dont il a été déjà question que de celles qu'il reste à décrire.

» Cette appréciation des rapports existant entre les diverses branches de la grande race mélanésienne se rapproche beaucoup de celle que j'ai professée dans mes cours au Muséum. Mais, d'une part, je croyais les Tasmaniens plus voisins des Négritos qu'ils ne le sont réellement; d'autre part, il manquait à ma manière de voir la sanction d'une étude craniologique approfondie, comme celle que vient de faire M. Hamy. Je ne puis aujourd'hui qu'accepter sans réserve des conclusions dont j'ai d'ailleurs examiné les preuves et qu'adopteront aussi, je pense, tous les anthropologistes. »

CHIRURGIE. — *Sur le traitement des plaies par occlusion.* Lettre de M. **Félix Ravaisson-Mollien** à M. le Secrétaire perpétuel.

« La lecture faite à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 11 mars, par M. Sédillot, relativement au traitement des plaies par occlusion, m'a remis en mémoire une observation que j'avais faite il y a quelques années et que je vous prierai de vouloir bien communiquer à l'Académie.

» Dans l'hiver de 1869, à la suite d'un passage brusque du climat de Besançon à celui de Nice, souffrant de crevasses assez profondes aux mains, et ayant essayé sans succès les moyens curatifs ordinaires, je fermai ces crevasses par une couche de collodion. Mais le collodion, au-dessus des vides formés par les petites plaies béantes, se déchirant aisément, j'imaginai de remplir ces plaies avec des filaments de ouate, à peu près comme on calfate, avec de l'étoupe, les joints d'un bâtiment, et je recouvris alors exactement de collodion les crevasses ainsi comblées. L'in-

flammation tomba presque aussitôt, et en peu de jours la guérison fut complète.

» Je communiquai mon observation en janvier 1871 à M. Nélaton, en lui soumettant l'idée que peut-être elle était de nature à être généralisée. Le grand chirurgien me rendit témoin, à cette occasion, des études qui se faisaient alors à l'ambulance du Grand-Hôtel, et sous la direction de M. Alphonse Guérin, sur le traitement des plaies à l'abri de l'air. Je fis part aussi de ma remarque à M. Laugier, qui se disposait à la vérifier et à rechercher jusqu'à quel point elle pourrait être étendue à des cas plus graves que de simples crevasses, lorsqu'il vint à mourir. A la même époque j'entretenais du fait que j'avais observé, et des conséquences qu'on en pouvait tirer, mon ami M. Henri Bouley, qui voulut bien aussi y prêter quelque attention. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Observations sur la nature des végétaux réunis dans le groupe des* Nœggerathia ; *généralités et type du* Nœggerathia foliosa, Sternb. Note de M. G. DE SAPORTA.

« Le genre *Nœggerathia* de Sternberg, établi en 1823 sur une plante du carbonifère de Bohême, le *N. foliosa*, a été remanié plus tard par Ad. Brongniart qui s'attacha à le définir dans une Note lue en décembre 1845 à l'Académie des Sciences. Non-seulement ce savant y fit entrer le *N. flabellata* de Lindley et Hutton, mais il y engloba des segments de frondes, la plupart de grande taille, provenant du permien de Russie et qu'il décrivit bientôt après sous les noms de *N. expansa* et *cuneifolia*. Il joignit encore aux *Nœggerathia* les feuilles rubannées appelées *Poacites* et se montra disposé à considérer le genre ainsi coordonné comme formant un groupe allié aux Cycadées, dont les *Schizopteris* ou *Racophyllum* auraient constitué l'appareil fructificateur.

» Le temps et les découvertes ont modifié sensiblement cette façon d'envisager les *Nœggerathia*. Les *Poacites* en ont été détachés par M. Grand'Eury, sous le nom de *Cordaites*; ils composent maintenant, non pas simplement un genre, mais une famille dont les traits caractéristiques et les sections tendent à se préciser chaque jour davantage, mais qui n'a évidemment rien de commun avec les *Nœggerathia*. Ceux ci ont été l'objet, à plusieurs reprises, de travaux partiels et, malgré tout, ils présentent des côtés obscurs, que les explications et les détails que je vais fournir sont destinés à éclaircir.

En effet, on ne compte pas moins de quatre types distincts dans le groupe actuel des *Nœggerathia* : 1° le type du *N. foliosa*, Sternb.; 2° le type du *N. flabellata*, Lindl. et Hutt.; 3° le type du *N. cyclopteroïdes*, Gœpp.; 4° le type des *N. expansa* et *cuneifolia*, Brongt. Chacun de ces types doit être, selon moi, constitué à part, et la nature des liens relatifs qui peuvent les unir est à déterminer.

» Trois auteurs ont formulé récemment des réserves basées sur l'examen qu'ils ont fait des *Nœggerathia*. M. Schimper a appliqué la désignation de *Psygmophyllum* (¹) aux espèces dont les segments foliaires présentent des nervures flabellées dichotomes et les a séparées des autres *Nœggerathia*, dont le *N. foliosa* reste pour lui le type. Celui-ci est placé en tête de la classe des Cycadinées, dont il est effectivement le représentant le moins incertain dans le carbonifère, tandis que les *Psygmophyllum* sont rejetés à la suite de cette même classe, parmi les genres *incertæ sedis*.

Le professeur Visiani, dans un Mémoire publié en 1875 (²), s'est attaché à décrire les formes qui se rattachent directement au type *N. foliosa*; il distingue plusieurs espèces, provenant toutes du carbonifère de Radnitz, dont il fait ressortir avec raison la vernation *érigée-imbricative*. L'auteur commet cependant deux erreurs en admettant pour la généralité des Cycadées un mode de vernation *circinné* et en attribuant aux folioles de ses *Nœggerathia* une insertion transversale sur le rachis ou pétiole commun qui les soutient. Il est, au contraire, dans le vrai lorsqu'il fait remarquer à quel point les végétaux, signalés sous le nom de *Nœggerathia* sur divers points de l'Europe, ou même des régions arctiques, s'écartent en réalité des *Nœggerathia* vrais, restreints au carbonifère moyen de Bohême et à la seule localité de Radnitz.

M. Grand'Eury, dans sa flore carbonifère du département de la Loire (³), après avoir qualifié le groupe entier d'*ambigu* et d'*hétérogène*, et constaté l'absence des vrais *Nœggerathia* du bassin de Saint-Etienne, accepte la distinction des formes *Psygmophylloides* ou *Psygmophyllum* de Schimper;

(¹) SCHIMPER, *Traité de Pal. vég.*, t. II, p. 129 et 192.

(²) *Di alcuni generi di piante fossili*. Studii del prof. Roberto Visiani, vol. XVIII delle *Memorie dell' Istituto veneto*. Venezia, 1875.

(³) *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France*, par M. Cyrille Grand'Eury, ingénieur à Saint-Etienne. (Extr. des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France;* première Partie, *Botanique*, p. 188 et suiv.)

mais, de plus, il propose, sous le nom de *Doleropterides,* un groupe de Fougères anomales dont il cherche à reconstruire théoriquement les frondes à l'aide de segments épars. Ces *Doleropterides,* dans la pensée obscurément exprimée de l'auteur, paraissent se confondre, au moins en partie, avec les *Psygmophyllum* du permien de Russie; mais peut-être s'agit-il plutôt d'une répétition parallèle de formes équivalentes, bien que non précisément identiques à celles de l'Oural.

» L'affinité des *Nœggerathia* propres de Radnitz avec la classe des Cycadinées n'est en résumé révoquée en doute par aucun auteur; mais aussi les caractères de ce type dont la présence entraîne celle de véritables Cycadées dès le carbonifère moyen n'ont pas été encore, à ce qu'il semble, précisés avec une exactitude suffisante. C'est ce qui m'a engagé à examiner attentivement deux beaux échantillons de *Nœggerathia* provenant de Radnitz, d'où M. Schimper les a rapportés en 1849, et faisant partie de la collection du Muséum de Paris. Les empreintes, qui représentent des fragments de frondes, sont empâtées dans une roche assez tendre pour qu'il soit aisé, à l'aide d'une pointe, de découvrir toutes les parties des anciens organes et de se rendre compte des moindres particularités de leur structure. L'un des spécimens que j'ai eus sous les yeux est certainement le *N. foliosa* de Sternberg, auquel les *Nœggerathiæ Haidingeri*, Vis., et *Senoneri*, Vis., doivent être réunis comme se rapportant à des états différents ou aux diverses parties des frondes d'une même espèce. L'autre spécimen, qui accuse des dimensions plus faibles et dont les folioles affectent une configuration moins atténuée en coin vers la base, me semble devoir être identifié avec le *N. rhomboidalis* de Visiani. Dans ces espèces, tous les caractères de forme, de nervation et d'insertion des folioles sont exactement pareils à ceux que l'on observe dans les parties correspondantes des Cycadées vivantes ou fossiles. Parmi ces dernières, les *Sphenozamites* reproduisent surtout avec une remarquable fidélité les traits distinctifs des *Nœggerathia.* Il n'est pas exact que les folioles du *N. foliosa,* ni des autres espèces du même type, soient insérées horizontalement sur le rachis qui les porte: cette insertion est latérale, c'est-à-dire qu'elle s'opère sur les côtés du pétiole commun et dans le sens de sa longueur, absolument comme chez les *Zamia* et *Ceratozamia* actuels; seulement les folioles fossiles, qui paraissent avoir eu une certaine souplesse et dont la direction est plutôt oblique qu'étalée, sont assez ordinairement repliées à la base sur elles-mêmes, de manière à empiéter quelque peu sur le rachis et à simuler un mode d'insertion différent de celui qui existe réellement. Les folioles du *N. foliosa* étaient lisses à la surface et par-

courues par des nervures fines, très-nombreuses, égales entre elles et parallèles, bien qu'elles divergent quelque peu en se bifurquant; mais les rameaux des dichotomies demeurent parallèles ou subparallèles, comme dans les *Zamia* qui, parmi les Cycadées vivantes, se rapprochent le plus du type paléozoïque. Les nervures des *Nœggerathia* vont aboutir au sommet élargi et tronqué en rond des folioles et leur saillie terminale donne lieu à une marge fimbriée, analogue à celle que l'on observe chez les *Zamia* vivants et les *Sphenozamites* jurassiques. Les figures de M. Visiani suffisent pour démontrer le mode de vernation érigée-imbricative des frondes de *Nœggerathia,* dont les folioles étaient d'autant plus dressées et étroitement imbriquées qu'il s'agissait d'organes plus rapprochés du moment de leur évolution. Mais il n'y a dans ce fait aucune anomalie, puisque le même mode de vernation est propre aux *Macrozamia* et qu'il caractérisait aussi les *Podozamites* et *Olozamites* de l'époque jurassique. Ainsi tout engage à considérer les *Nœggerathia* du type *foliosa*, de Radnitz, comme représentant de vraies Cycadées dans le carbonifère moyen. Il faut remarquer ici, et cette remarque vient à l'appui de l'existence présumée du groupe dès le temps des houilles, que M. Grand'Eury, après avoir constaté l'absence de vrais *Nœggerathia* dans le bassin de Saint-Étienne, a signalé récemment un *Pterophyllum* à Montchanin (Saône-et-Loire), vers la base du *terrain houiller supérieur proprement dit* ou partie moyenne du carbonifère supérieur. On doit en conclure que le genre *Pterophyllum,* dont l'apogée coïncide avec les marnes irisées et dont la durée se prolonge dans le rhétien et le lias, s'était dès lors substitué aux *Nœggerathia,* dont on n'observe plus de vestiges. Du reste, le rôle des Cycadées, longtemps obscur et subordonné, ne commença à prendre de l'importance qu'après l'extinction des types dominants de la flore paléozoïque. »

VITICULTURE. — *Sur l'origine du Phylloxera découvert à Prades (Pyrénées-Orientales).* Note de M. **J.-E. Planchon.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On sait qu'un foyer phylloxérique vient d'être découvert à Prades par la Commission de vigilance des Pyrénées-Orientales. L'infection première y remonte à cinq ans environ, et le mal, encore incomplétement délimité, s'étend ostensiblement sur une vingtaine d'hectares. Il semble ne pas s'être avancé très-loin dans la direction de Perpignan, car l'examen

de vignes souffrantes et suspectes des environs d'Ille m'y a démontré la présence, non pas du Phylloxera, mais du *pourridié* ou *blanquet* des Provençaux, c'est-à-dire d'un mycélium de champignon qui s'étale comme une membrane peluchée entre l'écorce et le bois des racines, dont il détermine la pourriture.

» Appelé par M. le Préfet et par la Commission phylloxérique des Pyrénées-Orientales à étudier sur place cette invasion si menaçante, je me suis naturellement préoccupé de l'origine première du mal. On pouvait présumer dès l'abord qu'il s'agissait d'une importation artificielle, et les premiers soupçons des agriculteurs s'étaient portés sur les mûriers qui, venus en grand nombre de départements phylloxérés, auraient pu servir de véhicule accidentel à un insecte qui ne vit pas sur leurs racines, mais qui risquait de s'y rencontrer par le mélange avec des fragments de racines de vigne. Cette hypothèse néanmoins a contre elle la localisation même du Phylloxera, en contraste avec l'extrême dissémination des mûriers ainsi introduits du dehors. D'ailleurs des renseignements précis permettent d'assigner à l'introduction de l'insecte une cause plus simple et plus naturelle. Des informations prises sur les lieux, il résulte la certitude qu'un propriétaire de Prades a fait venir, il y a cinq ans environ, d'une pépinière du Gard, 500 plants enracinés d'un raisin précoce dont je n'ai pu, en l'absence des feuilles, déterminer exactement la variété, mais qui appartient sûrement au type *vinifera* ou vigne asiatico-européenne. Une partie de ces ceps a été plantée en cordons dans le jardin du propriétaire; quelques-uns y sont morts; d'autres, plus ou moins languissants, m'ont montré le Phylloxera sur leurs racines; d'autres ont été mis comme plants de remplacement dans les vides d'une vigne de coteau où la plupart sont déjà morts, non sans avoir infecté toutes les vignes du voisinage. Ainsi donc l'introduction du Phylloxera est due cette fois à des pieds de vigne française. Le même cas s'est présenté pour la Corse, infectée par un envoi de vignes d'une pépinière du Gard. A Pregny, près de Genève, l'invasion s'est faite par des plants européens venus de serres anglaises. Il n'est donc pas juste, comme on le fait trop souvent, de regarder les vignes américaines seules comme des pestiférées. La vérité, c'est que les vignes européennes, une fois prises, le sont à un degré plus intense que leurs congénères d'Amérique et sont autant, sinon plus dangereuses qu'elles, en tant que véhicule du parasite. La vraie règle de prudence pour les régions encore indemnes est donc de proscrire également l'entrée de toutes les vignes du dehors et d'exercer une surveillance très-active sur les pépinières, qui sont trop souvent des points de départ ou d'arrivée pour ces funestes importations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Hofmeister*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Duval-Jouve obtient........	46 suffrages.
M. Cloz obtient................	3 »

M. **Duval-Jouve**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Statistique) : MM. Bienaymé, de la Gournerie, Boussingault, Belgrand et Cosson réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Favé et Chevreul.

Prix Barbier : MM. Gosselin, Vulpian, Bussy, Chatin et Decaisne réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. le Baron Cloquet et Bouillaud.

Prix Alhumbert. — Étude du mode de nutrition des champignons. MM. Duchartre, Decaisne, Tulasne, Van Tieghem et Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Pasteur.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Van Tieghem, Decaisne, Trécul et Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tulasne et Cosson.

Prix Thore : MM. Duchartre, Blanchard, Decaisne, Milne-Edwards et Van Tieghem réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Chatin.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, Milne-Edwards, P. Gervais, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et d'Abbadie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Sur une carte des blocs erratiques de la vallée de l'Arboust, ancien glacier d'Oo (environs de Luchon, Haute-Garonne).* Note de MM. **Trutat** et **Gourdon**, présentée par M. Blanchard.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« L'ancien glacier d'Oo a laissé sur son passage une quantité considérable de blocs erratiques; aussi les moraines de la vallée de l'Arboust ont-elles été les premières signalées dans la chaîne des Pyrénées.

» Malheureusement, dans ces dernières années, de nombreux défrichements ont déjà fait disparaître beaucoup de ces blocs, et il est à craindre que d'ici à peu de temps tous ceux du bas de la vallée ne soient détruits par les montagnards. Il nous a semblé qu'il y avait quelque intérêt à dresser un catalogue aussi complet que possible de ces témoins d'un autre âge, de marquer leur position sur une carte et de photographier les plus intéressants.

» Cette étude était, pour l'un de nous, plus particulièrement importante, car elle entrait dans le cadre d'une étude générale des glaciers de la chaîne des Pyrénées, et faisait suite aux observations *sur les dépôts glaciaires de la vallée du Tech*, et aux expériences entreprises à la *Station de la Dent de la Maladetta* sur la marche des glaciers actuels [1].

» Notre carte comprend seulement (mais elle sera continuée) la partie moyenne de l'ancien glacier d'Oo; elle s'étend à la région limitée au sud par les crêtes qui dominent la rive gauche du torrent de l'Arboust; au nord par la vallée d'Oueil; à l'est elle s'arrête au port de Peyresourde, et à l'ouest au confluent des torrents de l'Arboust et d'Oueil, au cap de Saint-Aventin.

(1) Voir : 1° E. Trutat, *Sur les dépôts glaciaires de la vallée inférieure du Tech* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1108); 2° E. Trutat, *Les glaciers de la Maladetta et le pic des Posets* (*Annuaire du Club alpin français*, 1876, p. 440); 3° E. Trutat, *Station de la Dent de la Maladetta* (*Annuaire du Club alpin français*, 1877, p. 480).

» Les blocs principaux ont été marqués de grands numéros rouges (peinture au minium) et nous espérons que les agents atmosphériques ne détruiront pas trop rapidement ces marques.

» Notre catalogue porte 376 blocs numérotés et 2615 blocs secondaires, de plus petite taille et qui ne sont pas figurés sur notre carte (¹).

» Les blocs du glacier d'Oo sont assez également répartis dans la région qui nous occupe, et s'ils paraissent amoncelés en certains points, cette apparence est due à deux causes : tantôt les blocs (principalement ceux des points élevés) se sont trouvés calés avec assez de force pour ne pas être entraînés dans le bas-fond ; tantôt au contraire les éboulis supérieurs les ont recouverts et les cachent à l'observateur. Lors des terribles inondations de 1875, le torrent qui franchit le promontoire d'Oo avait enlevé sur un espace assez étendu tous les menus débris qui constituent le sol des prairies de Gorin, et cet accident permettait de voir une énorme accumulation de blocs.

» Tout le fond de cette vallée a donc été comblé par les débris du glacier, et c'est à grand'peine que les eaux du torrent ont creusé un lit dans les boues glaciaires, si prodigieusement comprimées qu'à Saint-Aventin les Ponts et Chaussées ont fait une tranchée verticale de plus de 20 mètres de haut dans ces boues glaciaires, et que des maisons ont été établies sur le bord même de cet abrupt.

» A très-peu d'exceptions près, les blocs sont granitiques, quelques-uns seulement sont calcaires : les uns proviennent des crêtes d'Oo et leur lieu d'origine est facile à reconnaître aux grands cristaux d'orthose qui sillonnent la roche en tous sens; les seconds sont descendus des contre-forts du pic Quariat.

» Le plus volumineux de ces blocs, inscrit sous le n° 47, est situé sur le promontoire talus d'Oo, et au-dessous de la chapelle de San Triton; il mesure 96 mètres cubes. Nous signalerons à côté de lui le n° 48, 30 mètres cubes; le n° 52, 24 mètres cubes.

» Ce dernier bloc est placé immédiatement au-dessous du village d'Oo; il est de forme rhomboédrique, et il repose sur une des petites arêtes : il semblerait que la moindre secousse va le précipiter au bas du talus qu'il domine; aussi les habitants ont-ils le soin de placer des cales en bois pour empêcher sa chute, et ces cales sont soigneusement renouvelées.

(¹) Ce catalogue a été communiqué à la société d'Histoire naturelle de Toulouse en décembre dernier; il figurera *in extenso*, avec les photographies, dans le Bulletin de cette société.

» Quelques-uns de ces blocs ont reçu des appellations particulières : ainsi le n° 27 est désigné sous le nom de *Caillaou de Magras ;* le n° 28 sous celui de *Caillaou de Sagal;* le n° 64 sous celui de *Caillaou de l'Arrion-pardin;* le n° 4 sous celui de *Table de Boisgazon.*

» D'après MM. Piette et Sacaze, certains d'entre eux seraient l'objet de coutumes superstitieuses.

» Enfin, sur les montagnes de Benqué, les blocs de moyenne taille ont été utilisés, à une époque qui nous paraît incertaine, probablement au premier âge du fer; et peut-être, à une époque encore plus récente, à édifier des enceintes, des cercles, des alignements au milieu desquels se trouvent des sépultures. L'un de nous ([1]) a également signalé des monuments de ce genre dans les moraines de la haute vallée d'Aran.

» Les blocs les plus élevés de cette région moyenne de l'ancien glacier d'Oo sont situés au Port de Samieste à 1900 mètres d'altitude environ. Ce point est, à peu de chose près, situé dans l'axe du cours primitif du glacier; cet axe passe en même temps par le village d'Oo : si nous prenons ces deux points pour calculer l'épaisseur du glacier au-dessous du promontoire d'Oo, nous lui trouverons une puissance de 1000 mètres environ, le village d'Oo étant à 934 mètres d'altitude. Mais ce promontoire, dans le point où nous avons signalé quelques blocs de grandes dimensions, ne mesure que 1150 mètres d'altitude; ils n'ont pu se déposer qu'après la disparition d'une couche de 800 à 900 mètres de glace; nous pourrons donc les regarder comme des témoins récents qui ont terminé leur marche bien longtemps après ceux qui se sont arrêtés au col de Samieste. »

M. Gögelein adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Francq prie l'Académie de nommer une Commission au jugement de laquelle il pourra soumettre le système de locomotive sans foyer qu'il doit appliquer sur la ligne des tramways de Rueil à Marly-le-Roi.

(Renvoi à l'examen de MM. Tresca et Rolland.)

M. Husson adresse une Note sur l'emploi de l'essence de menthe qui lui

---

([1]) Gourdon, *Sépultures de Benqué, enceintes de la vallée d'Aran* (*Matériaux*, 1877).

paraît propre à reconnaître les impuretés ou les altérations du chloroforme et de l'hydrate de chloral.

(Renvoi à l'examen de M. Wurtz.)

M. Schofield prie l'Académie de soumettre au jugement de la Commission du concours Bréant son procédé de guérison du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Félix Plateau*, intitulé : « Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones »;

2° Une brochure de M. *F. Jacqmin*, intitulée : « Étude sur l'exploitation des chemins de fer par l'État ».

M. Dumas, Président de la Commission du passage de Vénus, présente à l'Académie le fascicule A des *Mesures des épreuves photographiques du passage*, comprenant le résumé des Études de la Sous-Commission chargée de la mesure des épreuves et les documents qui s'y rattachent, par MM. *Fizeau* et *Cornu*.

Ce fascicule renferme la description succincte de la méthode photographique.

Une planche gravée représente d'une manière très-saisissante l'ensemble des épreuves et la concordance synchronique des heures auxquelles elles ont été obtenues aux quatre stations. Une seconde planche donne la description de la machine micrométrique.

Une discussion mathématique des erreurs inhérentes aux épreuves et des erreurs personnelles à l'observateur a permis d'établir des théorèmes importants sur l'élimination de ces diverses erreurs dans le résultat final.

Ce fascicule sert d'introduction aux tableaux des mesures exécutées par MM. Angot, Baille, Cornu, Gariel et Mercadier : les fascicules suivants, qui comprennent ces mesures, sont en cours d'impression : la publication de plusieurs d'entre eux est prochaine.

Au début de l'établissement du laboratoire des mesures, M. Puiseux a bien voulu examiner quelques résultats numériques provenant des premiers essais et en déduire la parallaxe du Soleil. Le résultat a été satisfaisant : depuis cette époque, les méthodes de mesures ont été perfectionnées et tout fait espérer que la discussion de l'ensemble des résultats répondra aux efforts de la Commission et à la pensée des astronomes.

M. Lecoq de Boisbaudran informe l'Académie qu'il a préparé plusieurs chlorures, plusieurs bromures et plusieurs iodures anhydres de gallium. Il a déterminé le poids atomique du gallium et a trouvé 69,9 (moyenne de deux expériences).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats des observations faites en 1877 au bord du Soleil sur les raies b et 1474k.* Note de **M. Tacchini.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des observations faites au bord du Soleil sur les raies *b* et 1474 *k* en 1877, comparés avec ceux des années précédentes. Le nombre des jours d'observation est de 50, et les différences entre les inversions obtenues pour les *b* et la 1474*k* démontrent que la visibilité de la 1474*k* a été en 1877 bien supérieure à celle des *b* : la différence atteint le chiffre de 27 vers la fin du mois de juin. Plusieurs fois, la raie 1474*k* a été observée lumineuse sur le bord entier : ce fait ne s'est jamais présenté pour les *b*. Vers la moitié de juin la visibilité des raies présente un maximum, même dans certains jours où les conditions de l'air étaient très-mauvaises; il est digne de remarque que dans cette période eut lieu une éruption métallique violente, la seule que j'aie observée en 1877 : j'en ai rendu compte à l'Académie. Nous pouvons donc répéter, comme en 1876, que la visibilité des raies *b* et 1474*k* se trouve en accord avec l'état éruptif du Soleil, et que, tandis que tous les autres phénomènes chromosphériques et photosphériques ont presque disparu avec le minimum des taches solaires, la visibilité desdites raies reste encore possible parfois sur le bord entier; la chromosphère a conservé les mêmes flammes, et la photosphère est restée également granuleuse.

» On doit même rappeler ici que, si pendant les années du maximum des taches, les lignes *b* présentaient très-souvent dans l'inversion une largeur très-variable en accord avec les flammes très-vives de la chromosphère, au

contraire, pendant le minimum, j'ai trouvé ces lignes presque toujours faibles et uniformes.

» Nos observations régulières sur les spectres du bord solaire ont été commencées en 1872, et dans le tableau suivant je donne les résultats relatifs aux raies *b* et 1474*k* jusqu'en 1877 :

Années.	Moyenne diurne des positions		Différence.	Nombre de fois sur 100 où les positions ont dépassé 50	
	pour les *b*.	pour la 1474 *k*.	*k* — *b*.	pour les *b*.	pour la 1474 *k*.
1872.......	40,0	42,2	2,2	38	46
1873.......	42,3	44,7	2,4	49	54
1874.......	35,1	39,3	4,2	13	23
1875.......	37,1	40,1	3,0	28	33
1876.......	32,2	40,4	8,2	16	41
1877.......	25,3	35,8	10,5	8	30

» Cette statistique et les considérations précédentes, ainsi que les Notes publiées, me semblent permettre de déduire les conséquences suivantes :

» 1° Le nombre moyen des positions par jour pour les *b* et la 1474*k* présente un minimum en accord avec le minimum des taches solaires.

» 2° Du maximum au minimum la diminution de la visibilité des *b* est plus grande que pour la 1474*k*, de sorte que les différences *k* — *b* vont toujours en augmentant de 1872 à 1877.

» 3° Parmi les substances qui correspondent aux raies lumineuses observées par nous dans le spectre solaire à la base de la chromosphère, le fer est celle qui a une énorme prédominance, c'est-à-dire que les vapeurs de ce métal sont celles qui se répandent le plus et qui se conservent le plus à la surface du Soleil.

» Après le fer vient le magnésium, quoique son poids atomique soit notablement moindre. Pour les autres substances, la fréquence a été toujours relativement faible, et elles ont presque disparu à l'époque du minimum des taches.

» Le fer prédomine en bas, et sa prédominance se reproduira nécessairement aussi dans les hautes régions de l'atmosphère solaire, avec la même alternative de maxima et de minima en relation avec la période des taches. Ces faits peuvent servir, selon moi, à éclaircir le parallélisme entre les courbes des variations des taches solaires et du magnétisme terrestre,

et viennent confirmer que tout phénomène solaire présente des variations périodiques avec des maxima et minima bien marqués, correspondant aux grandes commotions dans la masse solaire à l'époque du maximum des taches, et au calme relatif à l'époque du minimum. »

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Considérations nouvelles sur l'observation et la réduction des distances lunaires en mer.* Note de MM. **Beuf** et **Perrin**, présentée par M. l'amiral Pâris.

« I. Les distances lunaires, prises en mer avec un instrument à réflexion, comportent d'autant plus de précision que ces distances sont plus petites. Cela tient d'abord à l'instrument lui-même, dont les erreurs croissent presque toutes avec la grandeur de l'arc mesuré, et ensuite à la facilité que l'on a pour maintenir les deux images dans le champ de la lunette, si l'arc est petit, tandis que le moindre mouvement du bras fait disparaître l'image réfléchie si l'arc est trop grand. Or une erreur sur la distance observée en entraîne une environ *trente* fois plus considérable sur la longitude qu'on en déduit : on doit en conclure que, si l'on dépasse une certaine grandeur dans les distances lunaires, on ne peut pas compter sur une précision suffisante dans la détermination des longitudes en mer. Cette conclusion suppose d'ailleurs que l'astre dont on mesure la distance à la Lune n'est pas trop éloigné du plan de l'orbite de celle-ci, c'est-à-dire que la variation de la distance est d'environ 30 secondes par minute.

» Déjà, vers la fin du siècle dernier, M. de Charnières, lieutenant de vaisseau, avait imaginé un *mégamètre* qui permettait de mesurer seulement les distances comprises entre zéro et 10 degrés. Toutefois il n'entrait pas dans la pensée de son inventeur d'éviter, par l'utilisation exclusive des petites distances, les difficultés d'observation inhérentes aux grandes, mais seulement d'employer, dans certaines limites, un instrument plus précis que ceux qui étaient en usage.

» L'introduction des petites distances dans la pratique de la navigation constitue, à nos yeux, un fait d'une importance capitale : c'est M. le contre-amiral Mottez qui les a le premier expérimentées dans ses nombreux voyages; c'est grâce à ses communications obligeantes que nous avons pu nous rendre compte de la précision et de la facilité d'observation que leur usage comporte.

» II. La méthode que nous proposons, pour la réduction des distances lunaires ([1]), a l'avantage d'être exacte à *une seconde d'arc* près pour toutes les distances à partir de zéro. Elle est résumée dans les deux groupes de formules suivantes :

Distances > 7.

$$C = -dH\cos\lambda + dh\cos\sigma,$$

$$\Delta_v = (\Delta + C) + \left[\frac{1}{4}\cot\frac{1}{2}(\Delta + C)(dH\sin\lambda + dh\sin\sigma)^2\sin 1''\right] - \left[\frac{1}{4}\tang\frac{1}{2}(\Delta + C)(dH\sin\lambda - dh\sin\sigma)^2\sin 1''\right].$$

Distances < 7.

$$C = -dH\cos\lambda + dh\cos\sigma,$$

$$\tang I = \frac{dH\sin\lambda + dh\sin\sigma}{(\Delta + C)},$$

$$\Delta_v = (\Delta + C) + \tang\tfrac{1}{2}I(dH\sin\lambda + dh\sin\sigma).$$

Δ_v représente la distance réduite, Δ, H, h la distance et les hauteurs apparentes des centres, dH et dh les différences entre les hauteurs vraies et apparentes, λ et σ les angles à la Lune et au second astre dans le triangle ayant ses sommets au zénith et aux lieux apparents des deux astres, et enfin I l'angle généralement aigu formé par les arcs de distances vraie et

([1]) Toutes les méthodes qui ont été proposées pour la réduction des distances lunaires peuvent être rangées en deux catégories distinctes : elles sont rigoureuses, si elles résultent de transformations trigonométriques directes; elles ne sont qu'approchées, si elles se déduisent du développement de Taylor appliqué à la distance vraie, considérée comme fonction de la distance et des hauteurs apparentes. Les premières sont à peu près abandonnées à cause de la longueur et de la minutie du calcul (méthode de Borda et analogues), ou bien parce qu'elles exigent des tables trop volumineuses, qu'on soupçonne de n'être pas sans erreurs, ou qui ne permettent pas de déterminer certains éléments du calcul avec une exactitude suffisante (méthodes de Mendoza, de Garnett, etc.). Celles de la seconde catégorie ne donnent généralement que tout ou partie des deux premiers termes de la série de Taylor, et elles perdent toute exactitude pour les distances inférieures à 25 degrés; les seules méthodes qui fassent exception sont celles de Legendre et de Rouyaux, fondées toutes deux sur le remarquable théorème de Legendre, qui consiste à borner la série de Taylor à son premier terme en augmentant chacune des variables de la moitié de leurs variations respectives; ce terme ainsi modifié tient compte du premier, du deuxième et des $\frac{3}{4}$ du troisième. Mais la précision de ces méthodes s'arrête aux distances de 15 degrés, et elle diminue rapidement à mesure que la distance décroît.

apparente. On obtient λ et σ par les relations

$$2S = \Delta + h + H,$$

$$\tang^2 \tfrac{1}{2}\lambda = \frac{\cos S \sin (S - h)}{\cos (S - \Delta) \sin (S - H)},$$

$$\tang \tfrac{1}{2}\sigma = \frac{\cos S}{\cos (S - \Delta)} \cot \tfrac{1}{2}\lambda,$$

qui, ainsi qu'on le voit, n'exigent que la recherche de quatre logarithmes différents. L'ensemble du calcul se fait avec des logarithmes à cinq décimales au plus, et une table unique donne à vue les quantités entre crochets de la seconde formule du premier groupe. Pour la commodité du calcul, la dernière des trois formules du deuxième groupe est remplacée dans la pratique par $\Delta_v = \frac{\Delta + C}{\cos I}$, qui peut également se mettre sous la forme

$$\Delta_v = \frac{dH \sin\lambda + dh \sin\sigma}{\sin I}, \quad \text{ou enfin} \quad \Delta_v^2 = (\Delta + C)^2 + (dH \sin\lambda + dh \sin\sigma)^2.$$

» III. Tant que la *Connaissance des Temps* ne contiendra pas les petites distances, l'observateur se trouvera dans la nécessité d'y suppléer par le calcul direct. Voici les formules que nous proposons dans ce but; elles comportent, dans le cas particulier des petites distances, plus de précision que les formules habituellement employées :

Logarithmes à six décimales.

$$\tang N = \frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha - A)}{\sin \frac{1}{2}(\delta - D)} \sqrt{\cos \delta \cos D}$$

$$\sin \tfrac{1}{2}\Delta = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta - D)}{\cos N}.$$

N est un angle auxiliaire, α et A, δ et D représentent les ascensions droites et les déclinaisons de la Lune et du second astre, et Δ la distance cherchée. On ne fait le calcul qu'une seule fois pour l'heure choisie de Paris, et l'on recherche ensuite la valeur de la variation $d\Delta$ de la distance dans une minute de temps; ce qui permet de trouver l'heure de Paris correspondant à une distance réduite. On a

Logarithmes à quatre décimales :

Pour une étoile.... $d\Delta = \cos\delta \sin L \, d\alpha - \cos L \, d\delta,$

Pour une planète.. $d\Delta = \cos\delta \sin L \, d\alpha - \cos L \, d\delta + \cos D \sin S \, dA - \cos S \, dD.$

$d\alpha$, $d\delta$, dA et dD sont les variations (en secondes d'arc) des coordonnées de

la Lune et de la planète dans une minute, L et S les angles à la Lune et au second astre dans le triangle qui a son sommet au pôle; ces angles se calculent au moyen des formules suivantes :

Logarithmes à quatre décimales.

$$\sin L = \cos D \frac{\sin(\alpha - A)}{\sin \Delta}, \qquad \sin S = \cos \delta \frac{\sin(\alpha - A)}{\sin \Delta}.$$

» L'emploi de ces relations a encore l'avantage de faire connaître le terme principal de la correction relative à l'aplatissement de la Terre, qui est, d'après Borda :

$$\textit{Distance vraie} = \textit{distance réduite} + 2\alpha\pi \sin\varphi \left(\frac{\sin D}{\sin \Delta} - \frac{\sin \delta}{\tang \Delta}\right),$$

α étant ici l'aplatissement, π la parallaxe équatoriale de la Lune et φ la latitude. Or, dans le triangle PLS, on a $\cos\delta \cos L = \left(\frac{\sin D}{\sin \Delta} - \frac{\sin \delta}{\tang \Delta}\right)$, et l'on voit qu'en calculant la distance on a obtenu $\log\cos\delta$ et $\log\cos L$, d'où l'on déduit le logarithme du *facteur de l'aplatissement.* »

PHYSIQUE. — *Sur les effets de la machine rhéostatique.* Note de M. G. Planté.

« Les effets produits par l'appareil que j'ai décrit sous le nom de *machine rhéostatique* (¹) se rapprochent beaucoup de ceux des machines électriques et des bobines d'induction; mais ils présentent en même temps quelques caractères particuliers qu'il y a lieu de signaler.

» Pour les étudier, j'ai fait usage de machines composées de 10, 30, 40 et 50 condensateurs à lames de mica. En employant d'abord une machine de 10 condensateurs, chargée par la batterie secondaire de 800 couples, décrite précédemment, on obtient, avec une vitesse de 15 tours par seconde, une série d'étincelles brillantes, de 13 à 14 millimètres de longueur, qui se succèdent assez rapidement (au nombre de 30 par seconde), pour former un trait de feu continu, accompagné du même bruit que celui des étincelles d'une bobine d'induction munie d'une bouteille de Leyde.

» La différence entre les caractères de l'électricité émanant du pôle positif et ceux de l'électricité du pôle négatif, se trouve peut-être plus

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 794.

marquée dans l'étincelle de la machine rhéostatique que dans celle des appareils ordinaires d'électricité statique ou d'induction.

» Lorsque l'on tourne lentement, de manière que l'étincelle n'éclate que par intervalles, elle présente des sinuosités nombreuses et irrégulières. Avec les machines de 30 et de 40 condensateurs qui donnent des étincelles de 4 et de 5 centimètres, ces sinuosités s'élèvent ou s'abaissent au-dessus ou au-dessous de la ligne droite qui joindrait les deux pointes de l'excitateur. Mais, si l'on tourne rapidement la machine, l'étincelle affecte alors une forme plus constante pour une même position des branches de l'excitateur. Cette forme consiste, lorsque l'angle compris entre ces branches est très-obtus, en un trait de feu partant en ligne droite dans le prolongement de la branche positive, s'élevant notablement au-dessus de la pointe négative, et venant la rejoindre par un crochet, en décrivant, sur ce point, de nombreuses sinuosités.

» La même forme se retrouve dans l'aigrette que donne la machine quand on augmente de 1 ou 2 millimètres la distance des pointes. Un jet lumineux conique s'élance du pôle positif, parcourt les $\frac{4}{5}$ environ de la distance au pôle négatif et se recourbe vers la courte aigrette formée autour de la pointe négative. Avec les machines rhéostatiques donnant des étincelles de 4 et de 5 centimètres, l'aigrette présente un pédicule terminé par une gerbe lumineuse ovoïde plus ou moins ramifiée, comme celle des machines électriques.

» La forme de ces étincelles et de ces aigrettes, plus nette que celle des bobines d'induction, vient surtout de ce que l'appareil donne un flux d'électricité toujours de même sens, ce qui permet aussi d'en mesurer facilement la tension avec l'électromètre à longue échelle de Thomson et de la comparer à celle des machines électriques.

» La longueur des étincelles paraît croître en proportion simple du nombre des condensateurs; mais on ne peut l'établir d'une manière rigoureuse, à cause de l'inégalité d'épaisseur des lames isolantes et des effets variables qui en résultent.

» La lumière produite dans le vide est plus vive que celle des machines électriques, par suite de la plus grande quantité d'électricité en jeu, et, lorsque le mouvement de rotation est assez rapide, elle est aussi vive et aussi continue que celle des bobines d'induction. Les tubes de Geissler les plus résistants, les tubes à substances phosphorescentes de M. Edmond Becquerel sont illuminés d'une manière brillante; mais on remarque l'absence de stratifications même dans les tubes qui les donnent très-nettes

avec les bobines de Ruhmkorff. On n'observe pas non plus la gaîne bleue qui entoure le pôle négatif; la lumière est pourpre dans toute l'étendue des tubes, et le remplit complétement, ainsi qu'avec la bobine d'induction additionnée d'une bouteille de Leyde. Cet effet doit provenir d'un excès de tension, car, en diminuant beaucoup celle de la source d'électricité employée pour charger la machine rhéostatique, les stratifications et la gaîne bleue apparaissent; elles se produisent aussi directement avec la batterie secondaire de 800 couples, dont la tension est bien moindre que celle de la machine.

» La machine rhéostatique donne, en général, tous les autres effets des machines électriques et des bobines d'induction, et ces effets ne paraissent pas troublés, d'une manière sensible, par les variations de l'état hygrométrique de l'air. La production de l'étincelle continue ou de l'aigrette est accompagnée d'une forte odeur d'ozone. Chacun des pôles peut donner des étincelles à l'approche des corps en relation avec le sol. Les effets des tourniquets électriques ou d'insufflation produite par les pointes de l'excitateur sont mis facilement en évidence.

» L'appareil dont il s'agit ne présenterait qu'un intérêt théorique, s'il était nécessaire de recourir toujours à une batterie secondaire de 800 couples pour en manifester les effets. Aussi me suis-je appliqué à les produire avec une source d'électricité beaucoup moindre, et j'y suis parvenu en augmentant le nombre des condensateurs et en diminuant le plus possible l'épaisseur des lames isolantes.

» Avec une machine de 50 condensateurs à lames de mica très-minces, maintenues par des cadres de caoutchouc durci ou de gutta-percha, on obtient des étincelles continues de 6 millimètres, en n'employant que 100 couples secondaires, et l'on peut même rendre lumineux un tube d'air raréfié en chargeant la machine avec une batterie secondaire de 30 à 40 couples ([1]). C'est avec cette source relativement faible qu'on voit apparaître les stratifications et la gaîne bleue autour du pôle négatif.

» Il était intéressant de chercher à transformer complétement, à l'aide de la machine rhéostatique, une certaine quantité d'électricité dynamique emmagasinée par les batteries secondaires, et de connaître approximativement le temps nécessaire pour en épuiser la charge complète, sous forme d'effets statiques. Entre autres expériences faites, je citerai la suivante : Une

([1]) A défaut d'une batterie secondaire, une pile de Bunsen de 50 à 60 éléments ou une machine de Gramme d'une tension équivalente conviendrait également.

batterie secondaire de 40 couples, sans aucun résidu de charge antérieure, mais toute prête à emmagasiner le moindre travail chimique d'une pile primaire, a été chargée, pendant quinze secondes, par deux éléments de Bunsen, et mise ensuite en action sur la machine rhéostatique. On a dû tourner alors l'appareil pendant plus d'un quart d'heure, pour épuiser cette charge en illuminant un tube de Geissler. Il en résulte qu'avec la quantité d'électricité prise par la batterie secondaire pendant une dizaine de minutes (ce qui est à peu près le temps convenable pour y accumuler, sans perte sensible, le travail de la pile primaire), on pourrait rendre lumineux un tube à air raréfié pendant plus de dix heures. »

OPTIQUE. — *Sur une chambre claire.* Note de M. **Pellerin.**

« Des chambres claires usitées jusqu'ici, les unes affaiblissent considérablement l'une des images par une réflexion sur lame transparente, les autres exigent qu'on regarde l'objet et le dessin chacun par une moitié de la pupille, ce qui est une gêne. Je propose une disposition, imitée du polariseur de M. Cornu, qui donne deux images de même intensité, visibles en même temps par toute la pupille.

» Une chambre claire de Wollaston étant faite d'un verre d'indice supérieur à l'indice extraordinaire du spath, qu'on accole à l'une des faces de l'angle de 135 degrés, une lame de spath et un prisme, de même matière que la chambre, ayant sa seconde face parallèle à la face de sortie des rayons ; ainsi, sous une inclinaison convenable, la moitié de la lumière venant de l'objet sera réfléchie totalement à l'état de rayons extraordinaires, et une partie de la lumière venant du dessin sera transmise à l'état de rayons ordinaires. Les fractions réfléchies et transmises seront chacune de moitié s'il n'y a nulle réflexion des rayons ordinaires, ce qui exige que le verre des deux prismes et le mastic réunissant les pièces aient l'indice ordinaire, et ce dont on pourra toujours approcher dans la pratique.

» Dans les conditions supposées et la lame de spath étant perpendiculaire à son axe, calculons le champ qui est alors égal dans toutes les directions : à l'intérieur du verre les rayons extrêmes font un angle x complémentaire de l'angle limite,

$$\cos x = \frac{n_e}{n_o}, \quad x = 26^\circ;$$

mais que les faces d'entrée et de sortie soient taillées perpendiculairement à la direction moyenne des rayons, l'angle de réfraction des rayons extrêmes y est $\frac{x}{2}$, et l'angle d'incidence y, tel que

$$\sin y = n_o \sin\frac{x}{2},$$

$$\sin y = \sqrt{\frac{n_o(n_o - n_e)}{2}},$$

$$y = 22^\circ.$$

Le champ, maximum dans ces conditions, est de 44 degrés; l'instrument l'embrassera tout entier sans rotation si la face accolée au spath est le tiers de l'autre, l'œilleton étant près de son arête.

» L'angle adjacent au spath est de $90^\circ - 13^\circ = 77^\circ$.

» Pour régler les intensités des deux images, on pourra interposer sur le trajet des rayons de la plus lumineuse un polariseur, par exemple un appareil de M. Cornu fait des matières ci-dessus.

» On ferait pour les microscopes verticaux une chambre claire de même sorte en remplaçant le prisme quadrangulaire par un parallélépipède à angle de 77 degrés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrate d'éther*. Note de M. C. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« Quant on filtre à l'air libre une solution éthérée, on voit du givre se former sur la partie supérieure du filtre non baignée par l'éther, ce qui arrive au bout d'un temps plus ou moins long, selon la température et l'état hygrométrique de l'air. Voulant connaître la composition de ce givre, j'ai cherché un moyen plus commode de l'obtenir en notable quantité; j'ai été ainsi amené à opérer de la manière suivante :

» Sur des cylindres résistants de $0^m,07$ à $0^m,09$ de diamètre, et de $0^m,01$ de hauteur, on fixe du papier à filtrer épais, de manière que les bords rabattus dépassent de quelques centimètres, puis on place ces sortes de tambours droits sur des assiettes dont le fond est couvert d'éther. Le papier en est bientôt mouillé par capillarité, et, la surface évaporatoire étant très-grande, on ne tarde pas à le voir se couvrir d'un givre abondant.

» Si l'on enlève le givre alors qu'il commence à se former et qu'il est imbibé d'éther, et qu'on le mette dans un tube gradué placé dans la glace

et dont le bouchon est traversé par un thermomètre, on voit celui-ci descendre à 5 ou 6 degrés, et même 7 degrés au-dessous de zéro, puis, remontant, s'arrêter quelques instants à — 3°,5, et remonter rapidement jusqu'à zéro. La composition de ce givre ainsi obtenue est variable; après fusion, il se forme deux couches, l'une aqueuse, l'autre éthérée, cette dernière pouvant aller jusqu'à être dix fois plus considérable que l'autre.

» Mais si l'on attend, pour recueillir le givre, que l'excès d'éther qui le mouillait soit évaporé et qu'il paraisse sec, ce qui s'obtient en soufflant fortement dessus pendant qu'on l'enlève, alors sa température est de — 3°,5 et sa composition varie peu.

» C'est ainsi que j'ai obtenu :

	I.	II.	III.	IV.
Couche éthérée	35vol	28	33	22
Couche aqueuse	13	10	12	9

» Enfin, si, quand le givre est sec, on enlève le tambour de papier de dessus l'assiette qui contient l'éther, selon qu'on attend plus ou moins pour recueillir le givre, on lui trouve une température variant de — 3°,5 à zéro, et en même temps il va s'appauvrissant en éther. A zéro, le givre n'est plus formé que d'eau.

» J'ai fait des mélanges, en vase clos, d'éther et de glace; or la température la plus basse obtenue a été — 3°,5, qui est précisément celle du givre sec. Celle de — 7° trouvée au givre imbibé d'éther était donc due à l'excès de celui-ci refroidi par une rapide évaporation. En outre, si l'on calcule les poids d'eau et d'éther qui entrent dans la composition du givre sec, en admettant que l'eau a dissous $\frac{1}{10}$ de son poids d'éther et l'éther $\frac{1}{60}$ d'eau, on trouve qu'il est formé de 17 à 18 parties d'eau en poids pour 37 d'éther. Or la formule

$$C^8H^{10}O^2 + 2H^2O^2$$

exigerait 18 d'eau.

» C'est donc un composé isomérique avec l'alcool additionné d'une molécule d'eau.

» Le givre sec paraît une véritable combinaison d'éther et d'eau, de celles que M. Guthrie a appelées récemment des *cryohydrates*. Il rappelle surtout les hydrates cristallisés, mais instables, de sulfure de carbone (1), d'acide bromhydrique, d'éthers méthylchlorhydrique et méthylbromhy-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 490.

drique observés par M. Berthelot, les hydrates d'acide chlorhydrique (Is. Pierre), d'acide sulfureux, ceux du chlore et du brome, pour rappeler des composés plus anciennement connus, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la laine et de quelques produits similaires.* Note de M. P. **Schutzenberger.**

« La laine, chauffée entre 150 et 180 degrés, avec de l'eau et 3 à 4 fois son poids d'hydrate de baryte, se comporte comme les matières albuminoïdes; elle donne de l'ammoniaque, des acides acétique, carbonique, oxalique, et des termes amidés divers.

» Voici les données fondamentales résultant de mes expériences et de mes analyses. Pour 100 grammes de laine mérinos dégraissée et purifiée, on a trouvé :

Azote mis en liberté sous forme d'ammoniaque............	5,22-5,3-5,2
Acide carbonique séparé sous forme de carbonate barytique..	4,24-4,3
Acide oxalique » d'oxalate barytique.....	5,77-5,68
Acide acétique dosé avec la soude normale, dans le liquide distillé après élimination de la baryte par l'acide carbonique et l'acide sulfurique......	3,18-3,2
Pyrrol et autres produits volatils dont la somme ne dépasse pas	1 à 1,5

Composition élémentaire du résidu fixe ou mélange de principes amidés produits par le dédoublement : carbone, 47,85; hydrogène, 7,69; azote, 12,63.

» Un autre échantillon de laine brute d'Australie, bien dégraissée, a donné les mêmes résultats pour l'ammoniaque et les acides acétique, oxalique et carbonique; le résidu fixe a donné à l'analyse élémentaire : carbone, 48,03; hydrogène, 8,24; azote, 12,9. Les laines de provenances différentes semblent donc un peu varier dans leur composition.

» Les nombres qui se rapportent à ce résidu fixe de la laine d'Australie sont identiquement ceux que donne le résidu fixe dérivé de l'albumine, tandis que les premiers s'en éloignent très-peu.

» L'analyse immédiate du mélange de principes fixes amidés confirme cette grande analogie de constitution. Le résidu fixe se compose, en effet, uniquement des principes amidés suivants :

» Leucine caproïque $C^6H^{13}AzO^2$ et leucéine caproïque $C^6H^{11}AzO^2$, 12 à 15 pour 100; tyrosine, $C^9H^{11}AzO^3$, 3,2 pour 100; leucines butyrique et valérique, $C^4H^9AzO^2$, $C^5H^{11}AzO^2$,

le premier dominant; leucine propionique $C^3H^7AzO^2$; leucéines butyrique et valérique $C^5H^7AzO^2$ ou $2(C^4H^7AzO^2)$, $C^4H^9AzO^2$ ou $2(C^5H^9AzO^2)$; glucoprotéine intermédiaire entre les leucines et les leucéines $C^8H^{16}Az^2O^4$.

» J'ai pu isoler une petite quantité d'un acide sirupeux, à réaction franchement acide et dont le sel d'argent est cristallisable. Cet acide est entraîné avec le carbonate de baryte, quand on précipite la liqueur initiale par l'acide carbonique. Le carbonate de baryte est décomposé par l'acide sulfurique, et le liquide filtré est concentré. L'analyse de cet acide et de son sel d'argent conduit à la formule $C^{10}H^{16}Az^2O^6$, le sel d'argent étant $C^{10}H^{14}Ag^2Az^2O^6$. Il se rencontre aussi parmi les produits du dédoublement de l'albumine. Tous les principes immédiats indiqués plus haut ont été déterminés par l'analyse élémentaire.

» En résumé, la laine donne un résidu fixe qui offre la même composition élémentaire et immédiate que celui de l'albumine; les doses d'ammoniaque, d'acide carbonique et d'acide oxalique sont notablement plus élevées qu'avec l'albumine; l'acide acétique et le pyrrol sont en proportions semblables.

» Si l'on veut représenter le dédoublement, qui est un phénomène régulier et constant, par une équation contenant un nombre entier de molécules des corps formés, on est conduit à donner à la laine, comme à l'albumine, un poids moléculaire très-élevé.

» La laine renferme, d'après les analyses publiées : carbone 50,0; hydrogène 7,0; azote 17,7; oxygène 22,0; soufre 3,1. On tire de là $C^{3,295}H^{5,46}Az^1O^{1,1}S^{0,09}$; 100 de laine donnant au maximum 3,2 de tyrosine, nous devons atteindre un poids moléculaire d'environ 5500 pour expliquer la formation d'une seule molécule (181) de tyrosine : $\frac{18100}{5500} = 3,2$. L'expression précédente, multipliée par 70, donne $C^{230,5}H^{381}Az^{70}O^{77}S^6$, formule qui se décompose ainsi d'après les résultats expérimentaux :

$$C^{230,5}H^{381}Az^{70}O^{77}S^6 + 57H^2O = 3,5(C^2H^2O^4) + 5,5(CO^2) + 21AzH^3 + 3(C^2H^4O^2) + C^4H^5Az + C^{208}H^{409}Az^{48}O^{103}.$$

» Si de l'expression qui représente la composition du mélange amidé nous retranchons une molécule de tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$, le reste $C^{199}H^{398}Az^{47}O^{100}$ est, comme pour l'albumine, une valeur de la forme $C^nH^{2n}Az^2O^4$, avec un léger excès d'oxygène, $n = 8,46$; pour l'albumine, $n = 8,8$.

» Les expressions sont donc homologues pour la laine et l'albumine, et la différence tient à une moindre teneur en leucine.

» Afin de faciliter la comparaison, je donne l'équation de décomposition de l'albumine multipliée par un facteur convenable pour atteindre une molécule de tyrosine :

$$C^{240}H^{392}Az^{65}O^{75}S^{3} + 57H^{2}O = 3(C^{2}H^{2}O^{4}) + 3CO^{2} + 16AzH^{3} + 4C^{2}H^{4}O^{2} + C^{4}H^{5}Az + C^{219}H^{431}Az^{48}O^{106}$$ (¹).

» On voit que, dans les deux cas, l'ammoniaque libre est fonction des trois acides non oxygénés, chaque molécule d'acides carbonique et oxalique correspondant à $2AzH^3$ et chaque molécule d'acide acétique correspondant à AzH^3. Le partage du reste de l'azote se fait *également* entre les termes $C^nH^{2n+1}AzO^2$ d'une part et les termes $C^nH^{2n-1}AzO^2$ et $C^nH^{2n-1}Az\left\{\begin{matrix}O^3\\O^4\end{matrix}\right\}$ d'autre part.

» Les cheveux humains ont donné les mêmes résultats que la laine au point de vue du résidu fixe. Les quantités d'acides non azotés

$$(CO^2, C^2H^2O^4, C^2H^4O^2)$$

et d'ammoniaque sont plus fortes.

» L'alpaga ou poil de chèvre a fourni, au contraire, des résultats se rapprochant beaucoup de ceux de la fibroïne de la soie.

» Ainsi le résidu fixe contient : carbone, 40,6; hydrogène, 7,3; azote, 15,0. L'ammoniaque et les acides non azotés sont en quantités beaucoup moindres, comme pour la soie. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation des cloisons dans les stylospores des Hendersonies et des Pestalozzies.* Note de M. L. Crié.

« Durant le cours de mes recherches sur les Pyrénomycètes inférieurs, j'ai particulièrement étudié le mode de formation des cloisons dans les spores des *Septories* (²), des *Hendersonies* et des *Pestalozzies*.

» Les stylospores des Hendersonies (*Hendersonia*, Berk.) présentent plusieurs cloisons horizontales et parallèles qui les divisent en un certain nombre de loges régulières et superposées. A l'origine, la jeune spore paraît

(¹) Ces équations ne sont pas encore des équations définitives de constitution, mais seulement, comme je l'ai toujours dit, une façon de résumer les données de l'expérience.

(²) Les *Septoria*, Fries, peuvent être définis : des *spermagonies dépazéennes* à *spores hyalines, linéaires, baculiformes, droites* ou *courbées* et *finalement cloisonnées*. Se rattachent

remplie d'un protoplasma homogène ou finement granuleux; peu à peu, et à mesure que s'accentue l'enveloppe interne ou endospore, il est facile de constater par places la condensation de la masse plasmique formant des plans de séparation parallèles. Tantôt cependant l'obliquité des cloisons par rapport à l'axe de la spore est des plus appréciables, ou bien c'est vers ses pôles qu'elles semblent se fixer. Quelquefois aussi la courbure des deux cloisons est fort accentuée, et il se peut que leur ensemble reproduise une sorte d'ellipsoïde emboîté dans la spore.

» Des cas fort remarquables de transpositions analogues m'ont été offerts par plusieurs de nos types ascophores dépazéens. Je n'omettrai point de signaler, en passant, les spores endothèques du *Depazea australis*, Crié, observé sur les feuilles de divers *Enstrephus australicus* : ici l'une des cloisons se transpose perpendiculairement aux deux autres.

» Chez le *Pestalozzia austro-caledonica*, Crié, espèce récemment découverte sur les feuilles d'un *Ionidium* rapporté de la Nouvelle-Calédonie par M. Vieillard, les stylospores m'ont présenté des cloisons constamment transposées; il en résulte que la spore, loin de présenter des loges symétriquement superposées, comprend trois ou plusieurs loges irrégulières et agglomérées.

» J'ai appelé *Desmazierelles* ces curieux organismes :

» *Desmazierella*, nov. gen. (Nob. non *Libert.* Pycnidibus subsphæricis, atris. Stylosporis fuscis subfuscisve, irregulariter sphæricis, crassitudine $0^{mm},003$-$0^{mm},006$, loculatis 3-ciliatis. Loculis approximatis, uniguttulatis.

» Forma typica depazeana hujusce Pestalozziæ desideratur.

» Hab. Ad folia Ionidiorum prope omnium, in Nova-Caledonia unde Cl. Vieillard retulit.

» Ainsi comprises, les *Desmazierelles* constituent une forme remarquable de Pestalozzies : les *Desmazierelles* sont aux Pestalozzies ce que les Tréphragmies, chez les Urédinées, sont aux Phragmidies. »

à ce groupe les prétendus genres suivants, qui ne sont en réalité que les états inférieurs des Septories :

Rabdospora, Dur et Mutgn.
Ascopora, Fries.
Ascochyta, Lib.
Euseptoria, Dur et Mutgn.
Spilosphœria, Rabeuk.
Leptothyrium, Vallz.
Cheilaria, Desm.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques faits nouveaux de perlitisme des roches et sur la reproduction artificielle des fissures perlitiques.* Note de MM. F. **Fouqué** et **Michel Lévy**, présentée par M. Daubrée.

« La structure perlitique est considérée par les pétrographes comme constituée par des fissures de retrait sphériques, emboîtées les unes dans les autres à la façon des pelures d'oignon et souvent inscrites dans d'autres cassures planes qui leur paraissent légèrement antérieures.

» On l'a surtout observée dans la classe des roches vitreuses *acides*, rétinites permiennes, rétinites et obsidiennes tertiaires et post-tertiaires. Il convient de remarquer que la grande teneur en eau de plusieurs de ces roches exclut l'idée de fusion purement ignée, suivie d'un retrait par refroidissement.

» A côté de ces exemples classiques, nous pouvons citer quelques spécimens nouveaux de roches perlitiques. Dans le groupe des porphyres quartzifères nous trouvons la roche de Perseigne, près d'Alençon, qui présente des fissures sphériques développées autour et même au travers des grands cristaux. Un galet de porphyre, trouvé dans les poudingues du terrain houiller supérieur de Decize et appartenant au type de Montreuillon, postérieur au carbonifère, offre aussi la structure perlitique.

» L'andésite micacée de Calamo dans l'île de Milo et l'andésite à hornblende de la région sud de Santorin fournissent également de beaux exemples de perlitisme. Les fentes de retrait traversent les grands cristaux. Tantôt la pâte est riche en microlithes et aucun phénomène d'action secondaire ne s'est manifesté postérieusement au perlitisme; plus souvent, de même que dans les exemples précédents, la roche est chargée de sphérolithes pétrosiliceux et pénétrée de produits quartzeux.

» Les porphyrites augitiques (porphyre noir carbonifère) de Bar (Morvan) présentent des variétés perlitiques, dans lesquelles de la calcédoine et des matières serpentineuses attestent la production d'actions secondaires.

» Dans un échantillon de variolite de la Durance, nous avons observé un exemple de tendance simple à la structure en question; on y voit, dans une pâte serpentineuse, des enroulements tangents les uns aux autres de granules pyroxéniques, sans solutions de continuité. La cristallisation a continué après ce premier phénomène de retrait.

» Les laves de l'île Julia offrent un type nouveau d'une roche basique à structure perlitique très-marqnée. Dans une pâte amorphe, incolore,

riche en microlithes de labrador, se trouvent de grands cristaux d'anorthite, de pyroxène et biotite, entourés de fissures perlitiques. Des concrétions palagonitiques attestent la basicité de la matière.

» L'une des perlites de Santorin s'égrène facilement; la poudre se compose de cristaux divers et de petites perles vitreuses dont chacune présente entre les nicols croisés la croix noire du verre comprimé. La même roche en plaques minces ne montre plus que faiblement ces phénomènes : chaque perle entamée a perdu son état de tension. La trempe des globules est surtout marquée dans leur partie périphérique. Quand on les chauffe, ils décrépitent et perdent leurs propriétés optiques.

» Une perlite de Tokay (Hongrie) et une obsidienne de l'île Saint-Paul nous ont offert les mêmes phénomènes, mais nous en avons constaté l'absence dans les rétinites perlitiques anciennes.

» Dans les perlites acides, avant le retrait, il s'est déjà isolé de la matière pétrosiliceuse en partie colloïde. Dans les roches intermédiaires, telles que les andésites de Milo et de Santorin, le même phénomène s'est parfois manifesté; mais plus généralement aucun phénomène consécutif n'est venu altérer l'état microlithique primordial de la roche.

» Dans les roches basiques, nous aurions conclu volontiers à l'incompatibilité absolue des structures perlitiques et microlithiques, si précisément nous n'avions l'exemple de l'île Julia.

» Nous rapprocherons de ces observations un cas de production artificielle de fissures perlitiques qu'il nous a été donné de réaliser. Lorsqu'on traite par l'acide hydrofluosilicique du commerce un excès de carbonate de chaux, si l'on cherche à filtrer ce mélange après l'avoir légèrement étendu d'eau, il passe un liquide gommeux trouble, contenant de la silice gélatineuse et du fluosilicate de chaux. Quand on recueille une goutte de ce liquide sur un verre préalablement recouvert de baume du Canada, et qu'on le laisse sécher dans l'air sec, il se produit, au bout de quelques heures, une pellicule gélatineuse au milieu de laquelle le fluosilicate de chaux cristallise en très-belles arborisations, ayant une vive action sur la lumière polarisée. Généralement, le centre de la préparation est occupé par une gelée opaque d'un blanc éclatant par réflexion, brune par transparence, que nous avons toujours vue se produire après dessiccation, dans l'attaque des silicates calcaires, tandis que la gelée obtenue est transparente dans l'attaque des silicates alcalins.

» Les bords de la préparation sont plus translucides que le centre, les fissures de retrait y sont grossièrement radiales et concentriques; dans les

petits segments de matière gélatineuse ainsi découpés se produit un phénomène de retrait postérieur et beaucoup plus délicat, qui simule avec une rare perfection les fissures perlitiques. On y voit de nombreuses sphères concentriques, dont les plus grandes sont tangentes aux fissures de retrait primitives. Une partie du fluosilicate de chaux a cristallisé avant la production des fentes perlitiques, mais une autre partie paraît de consolidation postérieure et obture les fissures de retrait.

» Ici l'état colloïde de la substance explique son retrait par simple dessiccation. Dans les perlites naturelles, le retrait par voie de refroidissement doit jouer un rôle important, mais la production, si fréquente dans ce cas, de substances d'origine colloïde, telles que la calcédoine, le quartz globulaire, l'opale, la serpentine, tend à prouver que les deux causes de perlitisme ont généralement réuni leur action. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la période de rotation des taches solaires.* Note de M. **Broun**.

« Une Note de M. Faye, dans les *Comptes rendus* du 25 février, contient le passage suivant (p. 250) :

« Je dois faire remarquer que je n'ai point élevé des doutes sur l'existence d'une période de ce genre (de 26 jours) établie par de très-habiles observateurs; je me suis borné à critiquer l'analogie qu'on a essayé d'établir entre ces phénomènes et la rotation du Soleil. La conclusion de M. Broun me semble donner à croire qu'il n'insiste pas lui-même sur cette analogie. »

» La critique de M. Faye se rapportait aux périodes très-différentes de la rotation des taches, et je suis tout à fait d'accord avec lui qu'il serait impossible de les rattacher à la période de 26 jours. Mais je ne peux pas avoir le moindre doute qu'elle ne soit liée à la rotation du corps du Soleil. Évidemment on ne peut pas déterminer le temps de cette rotation par les observations des taches : tout ce qu'on peut dire est qu'il doit être inférieur au temps donné par les taches équatoriales. M. Spörer a trouvé pour celles-là une période de rotation sidérale de 24,55 jours : il suit de là qu'un cercle équatorial de près de trois rayons terrestres au-dessous de la photosphère, tournant avec la même vitesse que les taches, ferait sa rotation en 24,2 jours, période qui résulte des variations du magnétisme terrestre. »

M. A. Gaiffe présente à l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, un appareil au moyen duquel on peut déterminer immédiatement, et par une simple lecture, la force électromotrice d'un générateur électrique quelconque.

Cet appareil est fondé sur la méthode de mesure des forces électromotrices de Fechner, et les mesures sont lues en unités électriques de l'Association britannique, c'est-à-dire en *volts*. Le *volt*, comme on le sait, représente 10^5 unités absolues électromagnétiques de force électromotrice, et équivaut matériellement aux neuf-dixièmes environ de la force électromotrice d'un élément Daniell, soit à 0,9268, la force de cet élément étant 1.

Pour obtenir ce résultat, M. Gaiffe emploie, non-seulement un multiplicateur galvanométrique très-résistant, mais encore un petit rhéostat qui, en introduisant dans le circuit des résistances plus ou moins grandes, permettent d'approprier l'instrument à des mesures très-différentes de forces électromotrices, bien qu'en employant toujours, pour la lecture, la même échelle divisée; on sait seulement qu'en introduisant telle ou telle résistance on divise ou l'on multiplie, dans un rapport marqué sur les contacts du rhéostat, la force électromotrice indiquée par l'aiguille galvanométrique.

La division du cadran du galvanomètre a été l'opération la plus délicate à effectuer, mais M. Gaiffe y est parvenu avec une certaine précision en opérant ces divisions à l'aide d'une machine à diviser munie d'un microscope, et en faisant varier la force électromotrice servant d'étalon depuis $\frac{1}{10}$ jusqu'à 30 volts, d'après les moyens indiqués par l'Association britannique. Naturellement ces divisions sont toutes inégalement espacées; mais elles peuvent être lues facilement, et comme les résistances du rhéostat sont calculées de manière à fournir des évaluations simples, dix fois moindres, ou cinq fois plus grandes, il suffit de multiplier par 0,1, 1 et 5 le nombre de divisions indiqué par l'aiguille pour connaître immédiatement la force électromotrice du générateur que l'on expérimente et qui peut, avec l'appareil de M. Gaiffe, varier en force électromotrice depuis $\frac{1}{10}$ de volt jusqu'à 150 volts. Naturellement, dans ces estimations, on ne tient pas compte de la résistance du générateur; mais, dans les cas ordinaires, l'intervention de cette résistance ne fait pas varier les résultats obtenus d'une manière sensible, et, pour une variation de cette résistance de zéro à 30 ohms, l'erreur est moindre que $\frac{1}{100}$. Or les cas sont rares où l'on a besoin de résultats plus approchés.

Pour obtenir des appareils susceptibles de se maintenir longtemps exacts, il a fallu employer des aiguilles aimantées dont la puissance magnétique a été éprouvée au magnétomètre pendant un temps assez long, et ce n'est que celles qui ont fourni une aimantation invariable qui ont été employées.

M. Gaiffe a construit également un appareil pour la mesure des intensités électriques, qui est fondé sur le même principe que le précédent et qui n'en diffère que par la résistance galvanométrique qui est faible, et par la manière dont les résistances rhéostatiques réagissent sur les multiplicateurs. Comme les variations doivent être alors considérables, ces résistances sont disposées de manière à constituer des dérivations entre les deux extrémités du fil galvanométrique. Les estimations sont alors faites en unités d'intensité électrique, c'est-à-dire en *weber*, et le weber représente, comme on le sait, le *volt* divisé par l'*ohm*, soit $\frac{10^8}{10^7}$ unités absolues électromagnétiques.

M. Gaiffe présente encore à l'Académie, également par l'entremise de M. du Moncel, quelques observations relatives au téléphone. Il montre d'abord que les effets produits dans ces appareils sont d'autant meilleurs que les sons rendus par les deux appareils en correspondance sont plus semblables et se rapprochent davantage de la hauteur de la voix de celui qui les emploie. Les appareils réagissent, en effet, l'un par rapport à l'autre et par rapport à la personne qui parle, à la manière des résonnateurs d'Helmholtz.

En second lieu, M. A. Gaiffe montre que, pour régler un téléphone à son maximum d'intensité, il suffit de le faire traverser par le courant d'un faible appareil d'induction à trembleur, et de serrer ou de desserrer la vis qui tient l'aimant de l'appareil, jusqu'à ce que les sons du trembleur répercutés par le téléphone aient atteint leur maximum de force.

M. Toselli adresse une Note sur les perfectionnements qu'il a apportés aux appareils qu'il emploie pour produire la glace. La disposition à laquelle il s'est récemment arrêté lui permet d'obtenir en deux minutes des blocs de 1 à 5 kilogrammes.

M. de Laffite adresse une Lettre sur la faiblesse de la douleur ressentie dans la cautérisation par un fer chauffé à blanc.

M. J. GODEFROID adresse une Note relative à l'installation de plusieurs téléphones au séminaire de la Chapelle-Saint-Mesmin, et décrit les expériences d'essai qu'il a faites avec ces appareils.

M. P. JACQUES adresse une Note sur un procédé de décoloration de l'albumine du sang.

M. J. DESCHAMPS adresse la description d'un moteur hydraulique, « basé sur la compression de l'air par l'eau », et destiné à utiliser la force produite par les marées.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MARS 1878.

La zone à Ammonites acanthicus *dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie; par* E. FAVRE. Bâle et Genève, H. Georg. Paris, F. Savy, 1877; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société paléontologique suisse*, vol. IV, 1877.)

Revue géologique suisse pour l'année 1877; *par* E. FAVRE. VIII. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1878; br. in-8°.

Esquisse historique sur les applications des forces vives de la vapeur de l'air et de l'eau par des appareils à communication latérale directe; par A. DE HEMPTINNE. Bruxelles, Mayolez, 1878; br. in-8°.

Hopital « Philantropic » Bucarest. Guérison de six aveugles-nés; par M. le Dr L. FIALLA. Bucarest, impr. Thiel et Weiss, 1878; br. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; t. XXXI, 4e série, t. I, 6e et dernière livraison. Bordeaux, impr. Veuve Cadoret, 1877; in-8°.

Instructions for observing the transit of Mercury 1876 *may* 5-6. Washington, Government printing office, 1876; in-4°. (Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

N° 12.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 Mars 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 12.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 13 (1er Avril 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Tisserand*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Le Verrier*.

Il est donné lecture de ce décret. Sur l'invitation de M. le Président, M. Tisserand prend place parmi ses confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« XXV. Je représenterai dans ce qui va suivre les fonctions $\Theta(u)$, $\mathrm{H}(u)$, $\mathrm{H}_1(u)$, $\Theta_1(u)$ par $\theta_0(u)$, $\theta_1(u)$, $\theta_2(u)$, $\theta_3(u)$, en adoptant une notation employée pour la première fois par Jacobi dans ses leçons à l'Université de Kœnigsberg, et dont plusieurs auteurs ont depuis fait usage. L'une quelconque des quatre fonctions fondamentales sera ainsi désignée par

$\theta_s(u)$, et je ferai de plus la convention que l'indice sera pris suivant le module 4, afin de pouvoir lui supposer une valeur entière quelconque. Cela posé, soit R_s le résidu correspondant au pôle $u = iK'$ de la quantité $\frac{\theta_s(u+a)e^{\lambda u}}{\theta_0(u)}$, où a et λ sont des constantes quelconques, et posons

$$\Phi_s(u) = \frac{\theta_s(u+a)e^{\lambda u}}{R_s\,\theta_0(u)}.$$

» Nous définissons ainsi un système de quatre fonctions comprenant comme cas particuliers $\operatorname{sn} u$, $\operatorname{cn} u$, $\operatorname{dn} u$, lorsqu'on suppose $a = 0$, $\lambda = 0$, mais qui, en général, ne sont point doublement périodiques, et se reproduisent multipliées par des constantes, lorsqu'on change u en $u + 2K$ et en $u + 2iK'$ (¹). On a en effet, en posant $\mu = e^{2\lambda K}$, $\mu' = e^{-\frac{i\pi a}{K} + 2i\lambda K'}$, les relations suivantes :

$$\Phi_s(u + 2K) = \mu(-1)^{\frac{1}{2}s(s+1)}\Phi_s(u),$$
$$\Phi_s(u + 2iK') = \mu'(-1)^{\frac{1}{2}s(s-1)}\Phi_s(u),$$

et, en passant aux valeurs particulières de l'indice, les multiplicateurs seront indiqués comme il suit :

$\Phi_0(s)$,	$+\mu$,	$+\mu'$;
$\Phi_1(s)$,	$-\mu$,	$+\mu'$,
$\Phi_2(s)$,	$-\mu$,	$-\mu'$,
$\Phi_3(s)$,	$+\mu$,	$-\mu'$.

» L'étude de leurs propriétés pourrait peut-être former un chapitre nouveau dans la théorie des fonctions elliptiques, mais en ce moment je dois me borner à en tirer la solution que j'ai en vue du problème de la rotation. Je partirai de ce que les expressions $\Phi_s(u)$, ayant un seul pôle $u = iK'$ à l'intérieur du rectangle des périodes et pour résidu correspondant l'unité, peuvent jouer le rôle d'éléments simples à l'égard des fonctions qui ont les mêmes multiplicateurs. Telles seront, par exemple, les quantités

$$\operatorname{cn} u\,\Phi_s(u),\quad \operatorname{sn} u\,\Phi_s(u),\quad \operatorname{dn} u\,\Phi_s(u);$$

(¹) Peut-être pourrait-on, afin d'abréger, convenir de désigner les quantités de cette nature sous le nom de *fonctions doublement périodiques de seconde espèce*, les fonctions périodiques de première espèce correspondant au cas où les multiplicateurs seraient égaux à l'unité en valeur absolue. Enfin les quantités telles que $\Theta(u)$, $H(u)$, ..., les fonctions intermédiaires de MM. Briot et Bouquet, où les multiplicateurs sont des exponentielles, recevraient par analogie le nom de *fonctions périodiques de troisième espèce*.

si l'on remarque qu'en mettant $2+s$, $1-s$, $3-s$ au lieu de s, le facteur $(-1)^{\frac{1}{2}s(s+1)}$ se reproduit multiplié par -1, -1, $+1$, tandis que $(-1)^{\frac{1}{2}s(s-1)}$ est multiplié successivement par -1, $+1$, -1, on reconnaît en effet qu'elles ont respectivement les multiplicateurs des fonctions

$$\Phi_{2+s}(u),\quad \Phi_{1-s}(u),\quad \Phi_{3-s}(u).$$

» Nous voyons aussi qu'elles n'admettent que le pôle $u=iK'$, dans le rectangle des périodes, de sorte que la décomposition en éléments simples s'obtiendra immédiatement au moyen de la partie principale des trois développements

$$\operatorname{cn}(iK'+\varepsilon)\,\Phi_s(iK'+\varepsilon),\quad \operatorname{sn}(iK'+\varepsilon)\,\Phi_s(iK'+\varepsilon),\quad \operatorname{dn}(iK'+\varepsilon)\,\Phi_s(iK'+\varepsilon).$$

Or on a, sans aucun terme constant dans les seconds membres,

$$ik\operatorname{cn}(iK'+\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon},\quad k\operatorname{sn}(iK'+\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon},\quad i\operatorname{dn}(iK'+\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon},$$

et par conséquent il suffit de calculer les deux premiers termes du développement de l'autre facteur $\Phi_s(iK'+\varepsilon)$, c'est-à-dire le terme en $\frac{1}{\varepsilon}$, et le terme constant. J'emploie à cet effet la relation, sur laquelle je reviendrai tout à l'heure,

$$\theta_s(u+iK')=\sigma\theta_{1-s}(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},$$

où σ est égal à i pour $s=0$, $s=1$, et à l'unité, si l'on suppose $s=2$, $s=3$, de sorte qu'on peut faire $\sigma=-e^{-\frac{i\pi}{4}(s+1)(s+2)(2s+1)}$. On en conclut l'expression suivante :

$$\Phi_s(iK'+\varepsilon)=A\frac{\theta_{1-s}(a+\varepsilon)e^{\lambda\varepsilon}}{\theta_1(\varepsilon)},$$

A désignant un facteur constant, et par suite ce développement, que je limite à ses deux premiers termes :

$$\Phi_s(iK'+\varepsilon)=\frac{A\theta_{1-s}(a)}{\theta_1'(0)}\left[\frac{1}{\varepsilon}+\lambda+D_a\log\theta_{1-s}(a)\right].$$

Mais A doit être tel que le coefficient de $\frac{1}{\varepsilon}$ soit l'unité; nous avons donc simplement

$$\Phi_s(iK'+\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon}+\lambda+D_a\log\theta_{1-s}(a),$$

et l'on voit que les parties principales des développements des fonctions

$$ik\,\mathrm{cn}(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\Phi_s(i\mathrm{K}'+\varepsilon),$$
$$k\,\mathrm{sn}(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\Phi_s(i\mathrm{K}'+\varepsilon),$$
$$i\,\mathrm{dn}(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\Phi_s(i\mathrm{K}'+\varepsilon)$$

se réduisent à cette seule et même expression dans les trois cas, à savoir :

$$\frac{1}{\varepsilon^2}+[\lambda+\mathrm{D}_a\log\theta_{1-s}(a)]\frac{1}{\varepsilon}.$$

» La formule générale de décomposition en éléments simples nous donne en conséquence les relations suivantes :

$$\begin{aligned}
ik\,\mathrm{cn}\,u\,\Phi_s(u) &= [\lambda+\mathrm{D}_a\log\theta_{1-s}(a)]\,\Phi_{2+s}(u)-\mathrm{D}_u\Phi_{2+s}(u),\\
k\,\mathrm{sn}\,u\,\Phi_s(u) &= [\lambda+\mathrm{D}_a\log\theta_{1-s}(a)]\,\Phi_{1-s}(u)-\mathrm{D}_u\Phi_{1-s}(u),\\
i\,\mathrm{dn}\,u\,\Phi_s(u) &= [\lambda+\mathrm{D}_a\log\theta_{1-s}(a)]\,\Phi_{3-s}(u)-\mathrm{D}_u\Phi_{3-s}(u);
\end{aligned}$$

et l'on voit qu'on les identifiera aux équations (I), obtenues dans le paragraphe précédent, en disposant des indéterminées a et λ de manière à avoir

$$\varepsilon_s=\lambda+\mathrm{D}_a\log\theta_{1-s}(a).$$

» Reprenons, à cet effet, les égalités données, t. LXXXV, p. 1185, § XVII,

$$\alpha-\beta=in\frac{k^2\,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{dn}\,\omega},\quad \alpha-\delta=in\frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega},\quad \gamma-\alpha=in\frac{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega},$$

en les écrivant d'abord de cette manière (voir p. 1187) :

$$\frac{i\alpha}{n}+\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}=\frac{i\beta}{n}+\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}=\frac{i\gamma}{n}+\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}=\frac{i\delta}{n}+\frac{\mathrm{H}'_1(\omega)}{\mathrm{H}_1(\omega)}.$$

» Rappelons ensuite que les constantes $\frac{i\gamma}{n}, \frac{i\alpha}{n}, \frac{i\beta}{n}, \frac{i\delta}{n}$ ont été désignées par ε_s pour $s=0, 1, 2, 3$, et elles prendront, en introduisant les quantités $\theta_s(\omega)$, cette nouvelle forme

$$\begin{aligned}
\varepsilon_1+\mathrm{D}_\omega\log\theta_0(\omega) &= \varepsilon_2+\mathrm{D}_\omega\log\theta_3(\omega)\\
&= \varepsilon_0+\mathrm{D}_\omega\log\theta_1(\omega)=\varepsilon_3+\mathrm{D}_\omega\log\theta_2(\omega).
\end{aligned}$$

Il en résulte que l'expression

$$\varepsilon_s+\mathrm{D}_\omega\log\theta_{1-s}(\omega)$$

reste la même pour toutes les valeurs de s ; par conséquent on satisfait immédiatement à la condition posée en faisant

$$a=-\omega\quad\text{et}\quad\lambda=\varepsilon_s+\mathrm{D}_\omega\log\theta_{1-s}(\omega). \text{ »}$$

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Des paramètres d'élasticité des solides, et de leur détermination expérimentale.* Note de M. DE SAINT-VENANT.

« Nous avons lieu de présumer que, pour cette détermination désirable, des recherches habiles et d'une grande précision seront bientôt faites. Nous croyons donc utile de dire ici sur quoi il serait, à notre avis, utile qu'elles pussent porter.

» Considérons un corps élastique homogène qui a été légèrement dérangé, par une application de forces, de son état primitif et naturel, dans lequel aucune pression ou tension ne s'exerçait à travers les faces des éléments de son volume. Soient, en un point dont x, y, z étaient les coordonnées rectangles,

$$p_{xx},\ p_{yy},\ p_{zz};\ p_{yz},\ p_{zx},\ p_{xy}$$

(notation de Coriolis, etc., revenant à N_1, N_2, ..., T_3 de Lamé) les trois composantes *normales* et les trois composantes *tangentielles* suivant x, y, z des pressions ou plutôt des *tensions* développées à travers l'unité superficielle de trois petites faces qui leur sont perpendiculaires, par les très-petites *déformations élémentaires* ∂_x, ∂_y, ∂_z, g_{yz}, g_{zx}, g_{zy}, dont les trois premiers sont les proportions des dilatations éprouvées par les trois côtés parallèles à x, y, z d'un élément parallélépipède et dont les trois autres sont les *glissements relatifs* des côtés opposés, ou les cosinus des angles devenus légèrement aigus que les côtés adjacents forment entre eux. On sait :

» 1° Que si le corps a, en ce point, trois plans de symétrie de contexture perpendiculaire à x, y, z, on a

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{ll} p_{xx} = \mathrm{a}\partial_x + \mathrm{f}'\partial_y + \mathrm{e}'\partial_z, & p_{yz} = \mathrm{d}g_{yz}, \\ p_{yy} = \mathrm{f}'\partial_x + \mathrm{b}\partial_y + \mathrm{d}'\partial_z, & p_{zx} = \mathrm{e}g_{zx}, \\ p_{zz} = \mathrm{e}'\partial_x + \mathrm{d}'\partial_y + \mathrm{c}\partial_z, & p_{xy} = \mathrm{f}g_{xy}, \end{array}\right.$$

a, b, ..., f' étant neuf paramètres dépendant de la contexture du corps

» 2° Que si la contexture est supposée la même tout autour d'une parallèle aux x en chaque point, on a

$$(2)\qquad \mathrm{e} = \mathrm{f},\quad \mathrm{e}' = \mathrm{f}',\quad \mathrm{b} = \mathrm{c} = 2\mathrm{e} + \mathrm{e}' = 2\mathrm{f} + \mathrm{f}',$$

ce qui réduit les neuf paramètres à six a, b, d, e, d', e'.

» 3° Que si elle est aussi la même, autour d'une parallèle à un autre des

trois axes, elle l'est par cela seul en tous sens; il y a *isotropie*, d'où

(3) $$a = b = c = 2d + d' = 2e + e' = 2f + f',$$

et il n'y a plus que deux paramètres d', d (le λ et le μ de Lamé).

» 4° Que si, sans vouloir (ce qui n'a aucune utilité) étendre l'applicabilité de ces formules aux déformations perceptibles de corps spongieux stratifiés, comme est le liége, ou de mélanges celluleux de solides et de liquides, tels que sont les *gelées*, et même le caoutchouc, on se borne aux *vrais* solides, et si l'on admet que chacune des actions mutuelles entre deux molécules, dont les $p_{xx}, \ldots, p_{xy}$ sont des sommes de composantes, est *fonction d'une seule distance*, savoir celle des deux molécules qui l'exercent l'une sur l'autre, on peut prouver très-facilement (sans user de ces *intégrations autour d'un point* que Lamé a désapprouvées en 1852) que l'on a

(4) $$d' = d, \quad e' = e, \quad f' = f,$$

ce qui réduit le nombre des paramètres de neuf à six, de six à quatre, et de deux à un seul dans les cas (1°), (2°), (3°).

» Et ces égalités (4) peuvent être admises; car, outre la presque évidence de leur principe, l'unité de paramètre ($d' = d$ ou $\lambda = \mu$) dans tout corps réellement isotrope se trouve prouvée par des faits nombreux, dont les derniers sont fournis par les ingénieuses expériences de 1859 de M. Cornu.

» 5° Que si le corps est un prisme dont les arêtes soient parallèles aux x, dont les surfaces latérales ne supportent aucune pression et dont les bases éprouvent des actions normales p_{xx} toutes égales sur leurs divers éléments, on pourra faire $p_{yy} = 0$, $p_{zz} = 0$ partout, même à l'intérieur, en sorte que les trois équations (1) à second membre trinôme donneront, en les résolvant,

(5) $$\partial_x = \frac{p_{xx}}{E_x}, \quad \partial_y = -\eta_{xy}\partial_x, \quad \partial_z = -\eta_{xz}\partial_x,$$

le *coefficient* ou *module d'élasticité* E_x et les fractions numériques η_{xy}, η_{xz} dans des fonctions des neuf paramètres a, ..., f', fonctions qui se réduisent, dans le cas (2°), à

(6) $$E_x = a - \frac{e'^2}{d + d'} = a - 2\eta_{xy}e', \quad \eta_{xy} = \eta_{xz} = \frac{1}{2}\frac{e'}{d + d'};$$

dans le cas (3°) d'isotropie, à

(7) $$E_x = d\left(2 + \frac{d'}{d + d'}\right), \quad \eta_{xy} = \eta_{xz} = \frac{1}{2}\frac{d'}{d + d'}$$

(8) ou (si $d' = d = G$) à $E_x = \frac{5}{2}G$, $\eta_{xy} = \eta_{xz} = \eta = \frac{1}{4} = 0{,}25$ [1];

[1] On trouve, au numéro de janvier 1878 du *London, Edinburg and Dublin philo-*

et l'on obtiendrait des modules et des fractions analogues E_y, E_z, η_{yz}, η_{yx}, η_{zx}, η_{zy} si la nullité des actions latérales avait lieu respectivement sur les faces parallèles à y à z.

» *Enfin* je pense avoir montré :

» 6° Que dans les corps non isotropes et cependant *amorphes* ou sans cristallisation régulière, tels que les métaux étirés ou laminés, les pierres plus ou moins stratifiées, les bois, etc., dont l'hétérotropie peut être regardée comme due à des compressions permanentes inégales dans trois sens, ou bien à une formation fibreuse, les grandeurs des divers paramètres ne sont point indépendantes les unes des autres, et que :

» Si les modules E_x, E_y, E_z n'ont pas entre eux des rapports excédant $\frac{3}{2}$ ou 2, on peut prendre sensiblement $a = \frac{(2e + e')(2f + f')}{2d + d'}$, $b = \ldots$, $c = \ldots$, relations que j'ai appelées de *distribution ellipsoïdale des élasticités*. D'où, avec les égalités (4), que fournit, disons-nous, la Mécanique moléculaire,

$$(9) \qquad a = 3\frac{ef}{d}, \quad b = 3\frac{fd}{e}, \quad c = 3\frac{de}{f},$$

relations admissibles généralement pour les métaux.

» 7° Et que, pour les bois, où le rapport de E_x à E_y peut s'élever jusqu'à 10, 20, 40 et plus (x étant le sens des fibres), on ne peut plus admettre que

$$(10) \qquad b = 3\frac{fd}{e}, \quad c = 3\frac{de}{f},$$

ce qui donne

$$(11) \quad E_x = a - \frac{ef}{2d}, \quad E_y = \frac{fd}{e}\,\frac{8ad - 4ef}{3ad - ef}, \quad E_z = \frac{e^2}{f^2}E_y, \quad \eta_{xy} = \frac{1}{4}\frac{e}{d}, \quad \eta_{xz} = \frac{1}{4}\frac{f}{d}.$$

---

sophical Magazine, p. 18, que des expériences sur des tiges de cuivre auraient donné $\eta = 0{,}40$ à $0{,}23$. Mais cette grande variété de résultats fournis par une même matière (copper), si elle n'est pas attribuable aux procédés employés, sur lesquels il n'est pas donné de détails, me paraît dénoter des contextures hétérotropes très-diverses dans le métal des diverses tiges, probablement écroui de manière à rendre, dans plusieurs d'entre elles, E_x beaucoup plus grand que E_y ou E_z.

Au reste, à la même page, on trouve des résultats $\eta = 0{,}26$ et $0{,}23$ pour le flint-glass et $0{,}27$ pour le fer, ce qui se rapproche beaucoup de $0{,}25$. On y voit aussi relaté le résultat $\eta = 0{,}33$ de Wertheim que j'ai expliqué (Appendice V des *Notes sur Navier*), comme a fait aussi M. Cornu, par le défaut d'isotropie du métal employé.

De ce tableau du *Magazine*, dont il convient d'exclure, comme nous avons dit, le liége et le caoutchouc, on ne peut donc rien inférer qui prouve contre le principe des trois égalités (4).

» Voici, en conséquence, comment les divers paramètres d'élasticité des formules (1) pourraient être expérimentalement déterminés.

» 1° *Paramètres* d, e, f, *ou coefficients d'élasticité tangentielle (de glissement ou de torsion)*. — Ils peuvent l'être facilement sans même supposer les égalités (4) ni les relations (10).

» En effet, d'abord si e = f = G (dénomination usitée), on n'a qu'à tordre un cylindre à base circulaire de la matière donnée, de rayon R, de longueur l parallèle aux x, et qu'à appliquer la formule connue

$$M_x = G\frac{\alpha}{l}\frac{\pi R^4}{2},$$

où M_x est le moment des forces qui font tordre, α l'angle dont une des bases a tourné devant l'autre, pour tirer d'une expérience de torsion la valeur de G = e = f.

» Et si e, f sont inégaux, considérons, pour un prisme à base rectangle de côtés b, c parallèlement à y ou à z, la formule suivante du moment de torsion :

$$(12) \qquad M_x = \nu\frac{\alpha}{3l}\frac{b^3c^3}{\frac{b^2}{f}+\frac{c^2}{e}},$$

où ν est un coefficient ayant une expression en série d'exponentielles (dont on trouve une table numérique au t. XIV des *Savants étrangers*), qui varie entre 0,843, valeur qu'il a quand les deux termes du dénominateur sont égaux, et 1, valeur qu'il prend quand l'un de ces deux termes est négligeable devant l'autre. Il en résulte qu'on a sensiblement

$$(13) \qquad \begin{cases} M_x = \frac{\alpha}{l}f\frac{bc^3}{3} \text{ quand } c \text{ est très-petit par rapport à } b, \\ M_x = \frac{\alpha}{l}e\frac{b^3c}{3} \text{ quand c'est l'inverse,} \end{cases}$$

en sorte qu'on tire f, e en tordant, autour d'un axe parallèle aux x, deux prismes minces taillés parallèlement aux xy, aux xz dans la matière donnée.

» Quant à d, il s'obtiendra de même par une expérience de torsion autour de parallèles, soit aux z, soit aux y, des prismes rectangles n'ayant qu'une faible épaisseur dans le sens de x; et ces deux sortes d'expériences se contrôleront l'une l'autre.

» 2° *Paramètres* b, c. — Ils seront donnés, une fois d, e, f connus, par les relations supposées admises (10) de distribution ellipsoïdale transversale.

» 3° *Module d'élasticité longitudinale* E_x. — Sa connaissance, qui suffit dans les cas les plus ordinaires, sera donnée, comme on sait (et quelles que soient les relations entre les divers paramètres), en faisant des expériences d'allongement par traction, au moyen de (5) $E_x = \frac{p_{xx}}{\partial_x}$; et, mieux encore, par des expériences de flexion, en se servant de la formule de la Flèche, donnée par la théorie ordinaire.

» 4° *Paramètre* a. — Une fois E_x, d, e, f déterminés, il sera donné, les relations (10) étant admises, par la première (11), d'où

$$a = E_x + \frac{ef}{2d}.$$

» Au reste, si l'expérimentateur possède des moyens d'observation assez délicats pour mesurer aussi η_{xy}, η_{xz}, et par des extensions ou des *flexions* de petits prismes taillés transversalement, pour mesurer même

$$E_y,\ E_z,\ \eta_{yz},\ \eta_{yx},\ \eta_{zx},\ \eta_{zy}.$$

Les expressions en a, b, c, d, ..., f' qu'on peut tirer de ces diverses quantités en résolvant les équations (1) à second membre trinôme, en annulant deux à deux leurs premiers membres, donneront des moyens de contrôle des mesurages opérés, et même des suppositions (4), (9), (10) qui ne sont pas admises par tout le monde. C'est un contrôle de ce dernier genre qu'opère la principale expérience de 1869 de M. Cornu.

» Si l'on veut déterminer les paramètres d'élasticité de corps régulièrement cristallisés, on pourra encore, pour ceux de glissement d, e, f, faire usage d'expériences de torsion de prismes rectangles minces et des formules (12) et (13). Pour avoir les autres paramètres, on mesurera encore les E et les η par des expériences d'extension et de flexion, en appliquant leurs résultats à des formules qu'on pourra toujours simplifier, je pense, par le principe donnant (4) d' = d, ..., mais sans y faire généralement les suppositions (9), (10), de distribution ellipsoïdale, qui ne sont point applicables aux cristaux autres que ceux du système cubique.

» On n'a pas besoin d'ajouter qu'aux mesurages statiques des dilatations, flexions et torsions, on pourra substituer au besoin, comme ont fait MM. Wertheim et Chevandier, des observations des sons rendus par des vibrations longitudinales, transversales et tournantes. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques et la chaleur de fusion du gallium.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. M. Lecoq de Boisbaudran ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition un lingot de gallium pesant 34 grammes, j'en ai déterminé la chaleur spécifique, sous les deux états liquide et solide, et la chaleur de fusion. J'ai procédé par mes méthodes ordinaires, et à l'aide de mon calorimètre à eau. On sait que le gallium fond à + 30°, mais qu'il peut être maintenu liquide, à l'état de surfusion, jusqu'au voisinage de zéro.

» 2. Deux essais exécutés, l'un entre 119 et 13 degrés, l'autre entre 106 degrés et 12°,5, ont donné, comme valeur de la chaleur spécifique liquide : 0,0802.

» 3. La chaleur spécifique solide, entre 23 et 12 degrés, a été trouvée égale à 0,079.

» Cette quantité ne doit pas être mesurée trop près du point de fusion. Deux essais faits entre 28 et 13 degrés, en ayant grand soin de ne pas chauffer le métal au-dessus de 28 degrés, afin de ne pas le fondre, ont donné les valeurs anormales 0,275 et 0,352; mais, en même temps, j'ai reconnu que les fragments du métal s'étaient soudés par places, sous l'influence d'un ramollissement partiel : ces valeurs comprennent donc une partie de la chaleur de fusion.

» 4. La chaleur de fusion peut être déterminée facilement : en introduisant quelques cristaux dans le gallium surfondu, le métal cristallise rapidement et en totalité. A 13 degrés, j'ai trouvé ainsi + 19^{cal},14 et +19,08 : moyenne, + 19,11. Ce nombre demeure sensiblement le même pour toute température comprise entre 30 degrés et zéro, à cause de la presque identité des chaleurs spécifiques liquide et solide. Rapporté au poids atomique 69,9, il devient 1^{Cal},33.

» 5. On remarquera la presque identité des deux chaleurs spécifiques du gallium solide, prises au voisinage de la même température. Le mercure offre la même particularité : 0,0319, entre — 40° et — 78°; 0,0333, entre zéro et 100 degrés (Regnault). Il en est de même des autres métaux. Ainsi, la chaleur spécifique du plomb fondu, entre 350 et 400 degrés, d'après Person, surpasse seulement d'un cinquième celle du métal solide à la température ordinaire (0,040 et 0,032) ; de même, l'étain (0,056 à froid ; 0,063 vers 300 degrés); le bismuth (0,031 à froid ; 0,036 vers 320 degrés) : faibles écarts attribuables en grande partie à la diversité des températures,

attendu que les chaleurs spécifiques vont croissant avec la température. On peut admettre que les chaleurs spécifiques solide et liquide de tous ces métaux, si elles étaient prises à la même température, auraient des valeurs très-voisines.

» 6. Le poids atomique du gallium, déterminé récemment par M. Lecoq de Boisbaudran, étant 69,9, sa chaleur spécifique atomique est égale, dans l'état liquide, à 5,59; dans l'état solide, à 5,52.

» Ce produit est le même que pour l'aluminium, soit 5,53 (Kopp); et pour le glucinium, d'après la nouvelle évaluation de MM. Nillson et Pettersson : 5,64.

» On peut en rapprocher les métaux analogues, tels que le zinc: 6,08 (Kopp), et le magnésium: 5,88 (Kopp). Le manganèse (6,69), si analogue à ces derniers, et le silicium cristallisé (4,62), dont les oxyde et chlorure rappellent, au contraire, l'aluminium, donnent des produits qui s'écartent davantage, et en sens contraire, quoique de quantités à peu près égales par rapport à la chaleur spécifique atomique de l'aluminium. Je ne reviendrai pas ici sur ce que j'ai eu occasion de dire à cet égard, relativement aux limites d'incertitude théorique et pratique de la loi de Dulong et Petit, dans ses applications aux éléments *solides*. (Voir ce Recueil, t. LXXXIV, 1261 et 1276.) »

CHIMIE. — *Action de l'oxygène sur les chlorures, bromures, iodures acides : composés de l'aluminium.* Note de M. **Berthelot**.

« 1. J'ai montré (ce volume, p. 628) que les déplacements réciproques entre l'oxygène et les corps halogènes dans les sels proprement dits dépendent de la quantité de chaleur dégagée par la formation des combinaisons : j'ai poursuivi la même étude sur les chlorures, bromures, iodures acides, ce qui a exigé un grand nombre de déterminations nouvelles. Je vais présenter aujourd'hui mes mesures relatives aux composés de l'aluminium, composés que MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost avaient préparés autrefois dans leurs belles recherches sur les densités de vapeur et qu'ils ont eu l'obligeance de mettre à ma disposition.

» 2. J'ai eu recours à deux procédés distincts :

» 1° Je dissous le composé dans l'eau, je mesure la chaleur dégagée, puis je précipite l'alumine par une dose équivalente d'ammoniaque, et je

mesure encore la chaleur dégagée : je tire de là la différence entre la chaleur de formation du sel anhydre et celle de l'oxyde précipité.

» 2° Je dissous le sel anhydre dans l'eau renfermant du bromure de potassium ($3KBr$ pour Al^2Cl^3); et, d'autre part, je dissous le bromure d'aluminium dans une quantité d'eau équivalente renfermant du chlorure de potassium ($3KCl$ pour Al^2Br^3). La différence entre les quantités de chaleur développées permet de calculer rigoureusement la différence entre la chaleur de formation du chlorure d'aluminium et celle du bromure, les deux corps étant pris à l'état anhydre; car l'état final des deux dissolutions est absolument identique. C'est là d'ailleurs une méthode générale applicable à cet ordre de déterminations.

» Voici les résultats observés, le poids de l'eau contenue dans le calorimètre étant compris entre 400 et 800 grammes :

» 3. *Chlorure d'aluminium.*

Al^2Cl^3 + eau ($1^p + 130^p$ eau) a dégagé, à + 9°		+ 76,6
» » (110^p)	»	+ 76,1
» » (130^p)	»	+ 76,4
	Moyenne	+ 76,3

On a ajouté aux deux dernières liqueurs : $3 AzH^3$ ($1^{éq} = 2^{lit}$); ce qui a dégagé : + 10,45; soit + 3,48 × 3.

» La chaleur dégagée par l'union de HCl étendu avec AzH^3 étendue, étant égale à + 12,45, on tire de là : Al^2O^3 hydratée + 3HCl étendu dégage

$$3\,(12,45 - 3,48 = 8,97, \text{ ou } + 9,0), \text{ soit } + 27,0.$$

On en conclut la différence entre les chaleurs de formation de l'alumine et du chlorure d'aluminium. Le système initial étant

$$Al^2 + Cl^3 + O^3 + H^3 + \text{eau, et le système final, } Al^2\,Cl^3 \text{ dissous :}$$

$Al^2 + Cl^3 = Al^2Cl^3$ dégage	x	$Al^2 + O^3$ + eau = Al^2O^3 hydr.	y
Al^2Cl^3 + eau	+ 76,3	$3(H + Cl) = 3HCl$ étendu	+ 117,9
$3(H + O) = 3HO$	+ 103,5	Union avec Al^2O^3 hydratée	+ 27,0
	x + 179,8		y + 144,9

$$y - x = + 34,9.$$

» La chaleur de formation de l'oxyde d'aluminium hydraté surpasse celle du chlorure (anhydre) de + 34,9; soit + 11,6 × 3. Si l'on admet, avec M. Thomsen, que cette dernière est égale à + 160,9, la chaleur de formation de l'oxyde d'aluminium deviendra 195,8. Ces valeurs se rap-

portent à l'alumine hydratée : pour passer à l'alumine anhydre, les données rigoureuses manquent et ne sont pas faciles à obtenir. Toutefois, les faits connus pour les oxydes métalliques tendent à faire penser que la différence ne saurait être considérable, la chaleur absorbée dans la séparation de l'eau et de l'oxyde étant compensée par la chaleur dégagée par la condensation moléculaire de ce dernier, condensation qui se traduit par un accroissement de cohésion et de résistance aux acides.

» Sous le bénéfice de cette réserve, nous admettrons le nombre $+ 34,9$, ou $+ 11,6 \times 3$, comme représentant approximativement l'excès de chaleur dégagée dans la formation de l'oxyde, comparé au chlorure.

» 4. *Bromure d'aluminium.* — Ce composé se présente sous la forme d'une masse compacte, fondue, beaucoup moins poreuse que le chlorure : aussi son action sur l'eau s'exerce-t-elle avec une extrême violence; elle donne lieu à des explosions, pour peu qu'on opère sur des poids un peu notables. Dans tous les cas, il se dégage des fumées épaisses d'acide bromhydrique, produit par des réactions locales. En raison de ces circonstances, l'étude thermique de la dissolution du bromure d'aluminium est plus difficile et fournit des résultats moins satisfaisants que celle du chlorure d'aluminium. Voici ce que j'ai pu obtenir de plus exact :

Premier procédé.

Al^2Br^3 ($1^p + 200^p$ eau) à 9° a dégagé .... $+ 85,3$.

» On ajoute à la liqueur $3AzH^3$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), ce qui dégage $+ 9,0$; soit $+ 3,0 \times 3$; d'où résulte que : Al^2O^3 hydraté $+ 3HBr$ étendu dégage $3(12,48 - 3,0 = 9,45) = + 28,35$. On a donc :

Système initial .... $Al^2 + Br^3$ gaz $+ H^3 + O^3 +$ eau;
Système final .... Al^2Br^3 dissous.

$Al^2 + Br^3$ gaz $= Al^2Br^3$ dégage..	x	$Al^2 + O^3 +$ eau $= Al^2O^3$ hydr..	y
$Al^2Br^3 +$ eau	$+ 85,3$	$3(H + Br$ gaz$) = (HBr)$ étendu	$+ 100,5$
$3(H + O) = 3HO$	$+ 103,5$	HBr dissous avec Al^2O^3 hydr...	$+ 28,3$
	$x + 188,8$		$y + 128,8$

$$y - x = + 60,0.$$

» La chaleur de formation de l'oxyde d'aluminium (hydraté) surpasse celle du bromure anhydre de $+ 60,0$; soit $+ 20,0 \times 3$.

» La chaleur de formation du chlorure surpasse celle du bromure d'aluminium anhydre de $+ 25,1$ ou $+ 8,4 \times 3$.

Deuxième procédé.

» Al^2Br^3 (1 partie pour 110 parties d'eau), à 9 degrés, a été dissous dans une liqueur renfermant 3KCl; ce qui a dégagé . . . . + 86,9.

» Al^2Cl^3 a été de même dissous dans une liqueur renfermant 3KBr et la même quantité d'eau que ci-dessus; ce qui a dégagé. . . . . + 76,0.

» On tire de là la différence entre les chaleurs de formation du chlorure et du bromure d'aluminium anhydres.

» En effet, le système initial étant $Al^2 + Cl^3 + Br^3$ gaz + K^3 + eau; et le système final Al^2Br^3 dissous + 3KCl dissous, ou Al^2Cl^3 dissous + 3KBr dissous, ce qui est la même chose :

$Al^2 + Cl^3 = Al^2Cl^3$ anhydre dégage	x	$Al^2 + Br^3$ gaz $= Al^2Br^3$ anhydre. .	x
3(K + Br gaz + eau) = 3KBr dis.	+285,0	3 (K + Cl + Eau) = 3KCl diss.	+ 302,4
Dissol. de Al^2Cl^3 dans cette liqueur	+ 76,0	Dissol. de Al^2Br^3 dans cette liqueur	+ 86,9
	x + 361,0		y + 389,3

» D'après ce chiffre, la chaleur de formation du chlorure d'aluminium surpasse celle du bromure de + 28,3; ou + 9,4 × 3. Le premier procédé a donné + 8,4 × 3. Sans être absolument concordants, les deux nombres sont suffisamment voisins, eu égard à la difficulté des expériences. Cependant, le second me paraît le plus voisin de la réalité. Dès lors,

$Al^2 + Br^3$ gaz $= Al^2Br^3$ anhydre : + 132,6; Br^3 liquide + 120,6.

» 5. *Iodure d'aluminium.* — Ce composé étant plus poreux, sa réaction sur l'eau s'effectue d'une façon plus régulière que celle du bromure.

Al^2I^3 (1^p + 100^p d'eau) à 9 degrés : + 89,0,

Al^2I^3 (1^p + 100^p d'eau renfermant 3KCl dissous) : + 89,7 et + 88,5; moy. + 89,1

C'est le même nombre qu'avec l'eau pure.

» D'autre part, Al^2Cl^3, dissous dans la même quantité d'eau renfermant 3KI, a dégagé : + 76,6, c'est-à-dire sensiblement le même nombre qu'en présence de l'eau pure; précisément comme l'iodure d'aluminium.

» Soit donc le système initial $Al^2 + Cl^3 + I^3$ gaz + K^3 + eau, et le système final Al^2I^3 dissous + 3KCl dissous; ou Al^2Cl^3 dissous + 3KI dissous, ce qui est la même chose :

$Al^2 + Cl^3 = Al^2Cl^3$ anhydre. . . .	x	$Al^2 + I^3$ gaz $= Al^2I^3$ anhydre. . . .	y
3(K + I gaz + eau) = 3KI diss.	+ 240,3	3(K + Cl + eau) = 3KCl diss. .	+ 302,4
Dissol. de Al^2Cl^3 dans cette liqueur	+ 76,6	Dissol. de Al^2I^3 dans cette liqueur	+ 89,1
	x + 316,9		y + 391,5

» La chaleur de formation du chlorure surpasse celle de l'iodure d'aluminium de + 74,6 ou + 24,9 × 3. On a dès lors

$$Al^2 + I^3 \text{gaz} = Al^2I^3 \text{ anhydre}, + 86,3; \quad I^3 \text{solide}, + 70,1.$$

» 6. En résumé :

$Al^2 + O^3$	$= Al^2O^3$ dégage une chaleur voisine de		+ 195,8
$Al^2 + Cl^3$	$= Al^2Cl^3$ anhydre dégage	....	+ 160,9
$Al^2 + Br^3$gaz	$= Al^2Br^3$ » »	....	+ 132,6
$Al^2 + I^3$gaz	$= Al^2I^3$ » »	....	+ 86,3

» Déduisons les conséquences de ces chiffres.

» 1° Le déplacement du chlore par l'oxygène, avec formation d'alumine, doit dégager un nombre voisin de + 34,9. En fait, le chlorure d'aluminium, chauffé au rouge sombre dans l'oxygène sec, au sein d'un petit ballon, développe du chlore; mais la réaction est très-incomplète, soit à cause de son extrême lenteur, soit à cause de la formation de quelque oxychlorure, accompagnée de phénomènes d'équilibre. A une plus haute température, les effets seraient plus nets; mais j'ai été arrêté par l'attaque des vases.

» Je rappellerai ici que le perchlorure de fer, chauffé au rouge sombre dans l'oxygène, fournit aussi du chlore et du peroxyde de fer; mais le phénomène est plus complexe, le perchlorure de fer éprouvant dans ces conditions un commencement de dissociation avec perte de chlore; par suite, la chaleur de la formation du sesquioxyde se trouve opposée à celle du protochlorure de fer, qu'elle surpasse de moitié environ. Les effets chimiques et thermiques sont donc du même ordre que la décomposition du chlorure manganeux par l'oxygène.

» 2° Le déplacement de l'iode gazeux par l'oxygène sec dégagerait + 109,5; valeur énorme, qui explique l'inflammation de l'iodure d'aluminium. La cause en est la même que pour les iodures de phosphore, de silicium, d'arsenic, d'antimoine et d'étain, pareillement combustibles.

» 3° Le déplacement du brome gazeux par l'oxygène sec dégagerait + 62,2. En fait, le bromure d'aluminium, chauffé au rouge sombre, prend feu dans l'oxygène sec; il brûle avec flamme, et formation de brome et d'alumine anhydre. Cette combustion vive d'un bromure métallique m'a paru très-digne d'intérêt : elle rapproche le bromure d'aluminium du bromure phosphoreux qui possède la même propriété. Tous ces résultats viennent appuyer les lois de la nouvelle Mécanique chimique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le mouvement des tempêtes;* par M. FAYE.

« Je vais présenter cette question, non pas comme une déduction d'études purement et uniquement astronomiques sur le Soleil, mais en la rattachant à des phénomènes terrestres familiers aux ingénieurs et aux mécaniciens.

» Les tempêtes sont des tourbillons à axe vertical; or on trouve partout, dans nos fleuves et dans nos rivières, des tourbillons de ce genre qui marchent aussi bien que ceux de l'atmosphère, et, comme ils nous sont aisément accessibles, il est naturel de commencer par ceux-là l'étude du mécanisme des tourbillons marchants.

» Je dis les tourbillons marchants, car il y a aussi, dans nos rivières, des tourbillons fixes ou du moins se reproduisant sans cesse au même endroit. Ceux-là sont dus à deux sortes de circonstances très-particulières. Lorsque deux courants opposés se trouvent côte à côte, comme dans le cas de remous de quelque énergie, il naît de leur conflit des couples de rotation pour les parties en contact, à peu près comme dans le cas d'un toton dont on saisit la tige entre deux doigts opposés en donnant brusquement aux doigts deux impulsions contraires. Le toton tourne sur place, et il en est de même de l'eau. Ces gyrations-là n'ont aucune tendance définie à marcher dans un sens plutôt que dans l'autre; bien que leurs axes soient parallèles, elles ne peuvent se composer entre elles de manière à former un tourbillon plus vaste et plus durable; ce sont des mouvements presque tumultueux.

» L'autre cas est plus important. On fait tourner une toupie en la frappant d'une lanière dans un sens tangentiel; elle finit par tourner sur place.

» C'est par une action de ce genre qu'une portion limitée d'une rivière, soustraite par la forme des rives ou par certains obstacles du fond à l'entraînement général, se met à tourner sur place. Ce phénomène est attribué, depuis Newton, à la communication latérale du mouvement dans les fluides. Les tourbillons ainsi formés peuvent acquérir une grande puissance, témoin le tourbillon du Danube dont nous parlait notre savant confrère M. le général Morin dans la séance du 1er décembre 1873; mais ce ne sont encore là que des cas particuliers que nous n'aurons pas à considérer aujourd'hui.

» Voici le cas général sur lequel j'appelle l'attention de l'Académie. Dans le cours même du fleuve, dès qu'il existe entre les filets contigus

des différences de vitesse, des tourbillons à axe vertical tendent à se produire, et ceux-là ne sont plus des tourbillons fixes. Concevons un cours d'eau où la vitesse irait en diminuant de la rive droite à la rive gauche, suivant une loi quelconque. Si à chaque molécule du liquide on communique une vitesse égale et contraire à la moyenne de toutes ces vitesses, le mouvement général de translation sera supprimé; mais, pour les molécules de droite, la résultante des deux vitesses sera dirigée en un sens, tandis que pour les molécules de gauche la résultante sera dirigée en sens contraire. Il en résultera une infinité de couples de même sens, à axes parallèles, que la moindre influence déterminera à se composer en un ou plusieurs couples plus vastes, englobant toutes les gyrations partielles.

» Ce n'est encore là que le début d'un tourbillon; mais celui-ci tendra bien vite à se constituer, et alors on démontre mathématiquement que, dans l'état permanent, la vitesse angulaire de rotation va en croissant vers l'axe en raison inverse du carré de la distance à l'axe [1]. Il y a plus : ce tourbillon, bien que plongé dans la masse de l'eau ambiante, en restera séparé, isolé en quelque sorte par une surface propre. Celle-ci est une surface de révolution autour de l'axe vertical dont on démontre que la génératrice méridienne tourne sa concavité vers le bas. Du reste, ces deux propriétés caractéristiques des tourbillons réguliers et persistants à axe vertical sont bien connues des ingénieurs; on les vérifie aisément en projetant dans l'eau des poussières qui rendent sensibles à l'œil les configurations et les mouvements intestins.

» Ce n'est pas tout : ces tourbillons, en forme de cônes renversés ou

---

[1] On trouvera cette démonstration dans le second volume du *Traité de Mécanique* de M. Resal, p. 199, comme exemple de l'emploi des coordonnées cylindriques en Hydraulique.

En citant ces premiers aperçus mathématiques, je ne veux pas donner à entendre que l'Analyse soit actuellement maîtresse de ces questions. Il s'en faut de beaucoup qu'il en soit ainsi. Dans la réalité, ces gyrations ont un mouvement de descente dont il faudrait tenir compte, et la vitesse angulaire est bien loin de croître tout près de l'axe, et jusqu'à l'axe lui-même, avec la rapidité indiquée par la formule $\omega r^2 = \text{const.}$ Mais ces premiers essais de l'Analyse mathématique me servent à établir une distinction tranchée entre le phénomène dynamique des gyrations *libres* autour d'un axe vertical et le phénomène purement statique qui a trait à l'équilibre d'une masse fluide contenue dans un vase tournant autour d'un axe également vertical. Dans ce cas, que l'on confond trop souvent avec le premier, la vitesse angulaire de chaque molécule est constante, quelle que soit sa distance à l'axe, et, si l'on veut considérer les moments où l'équilibre intérieur n'est pas encore atteint ou est détruit, les mouvements intestins sont alors complètement réglés par la limitation forcée de la masse fluide.

plutôt d'entonnoirs, sont toujours descendants. C'est ce que savent fort bien les nageurs et les bateliers. On s'en assure en y projetant des corps légers qui, au lieu de flotter sur l'eau, s'y engloutissent. Si la rivière charrie des bois ou des glaçons, ces corps, en abordant un tourbillon, y disparaissent et ne reparaissent beaucoup plus tard, en remontant plus loin à la surface, que parce qu'ils ont été abandonnés par le tourbillon à sa partie inférieure. On peut consulter à ce sujet le savant Mémoire de M. Belgrand, *Sur le régime des cours d'eau à l'époque quaternaire*, et une Note décisive de M. le général Morin, insérée dans les *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1265, à l'occasion même de ces discussions.

» Cela posé, rendons à chaque molécule d'eau la vitesse que nous lui avons enlevée, c'est-à-dire la vitesse moyenne du courant primitif. Évidemment rien ne sera changé aux mouvements intestins du tourbillon, seulement ce tourbillon suivra le fil de l'eau avec cette même vitesse moyenne, ou plutôt avec cette vitesse un peu diminuée, et cela sans se déformer le moins du monde.

» Toutefois, si les couches de fond marchent moins vite que les superficielles, les dernières spires du tourbillon resteront un peu en arrière et l'entonnoir prendra en bas une direction inclinée sur la verticale, bien que les axes des spires ne cessent pas de conserver leur direction.

» Ces phénomènes, auxquels les météorologistes n'ont jamais accordé la moindre attention malgré leur analogie mécanique avec les tourbillons de l'atmosphère, loin d'être rares, sont au contraire très-fréquents. Ils jouent un grand rôle dans l'établissement du régime de nos fleuves et de nos rivières. Les ingénieurs hydrauliciens les connaissent bien; ils savent que ces tourbillons ont pour effet d'épuiser sur le lit du fleuve, par un travail plus ou moins marqué d'affouillement, les inégalités de vitesse du courant, d'en régulariser la marche tout en la ralentissant, il est vrai, de la manière la plus sensible. On peut consulter à ce sujet un chapitre spécial de la *Mécanique* de Poncelet, que je cite seulement de mémoire; mais, en revanche, je puis transcrire ici ce passage de Venturi, qui suffira :

« Une des causes principales et les plus fréquentes de retardement dans une rivière vient des tourbillons qui s'y forment sans cesse... Une bonne partie de la vitesse du courant est employée ainsi à rétablir un équilibre de mouvement qu'elle même dérange continuellement. »

» Je n'ai qu'à transcrire une ligne de plus du célèbre hydraulicien du siècle dernier pour avoir la transition qui m'est nécessaire entre les cours d'eaux et les courants de notre atmosphère.

» *La communication latérale du mouvement,* dit Venturi qui lui attribue, comme Newton lui-même, la formation de tous les tourbillons, *se fait dans l'air comme dans l'eau* (Prop. XII, p. 65 de la traduction française).

» Si donc il existe des fleuves dans l'atmosphère, ainsi qu'il en existe dans la mer, fleuves coulant sur un lit immobile mais non solide, entre des rives non solides, et s'il existe dans ces courants des différences de vitesse, il y naîtra immanquablement des tourbillons. Ceux-ci auront, comme les premiers, l'axe vertical; ils seront, comme les premiers, limités par une surface de révolution en forme de cône renversé ou plutôt d'entonnoir; la gyration, comme dans les premiers, y sera plus rapide vers l'axe, et par suite aussi à la partie inférieure qui est la plus étroite. Comme les premiers, ils transmettront de haut en bas, c'est-à-dire de l'entonnoir vers la pointe inférieure, toute la force vive qu'ils ont empruntée en haut aux inégalités du courant. Comme les premiers, ils marcheront avec une vitesse un peu inférieure à celle du courant générateur. Enfin ces tourbillons resteront, comme les premiers, invisibles pour nous, à moins que des poussières opaques n'y soient entraînées. Ce sont là des identités mécaniques entre les liquides et les fluides que pourraient seulement modifier dans les détails l'élasticité de l'air et la présence de la vapeur d'eau.

» La question est donc désormais ramenée à ces deux points :

» 1° Existe-t-il dans l'atmosphère des courants horizontaux semblables à nos fleuves?

» 2° Voit-on parfois dans notre atmosphère des phénomènes pareils à ceux que nous venons de décrire, c'est-à-dire de vastes cônes verticaux animés d'un violent mouvement gyratoire et d'un rapide mouvement de translation?

» Si la réponse est affirmative sur ces deux points, et il n'en peut être autrement, vous avez sous les yeux, à la fois, et la cause et l'effet.

» La cause, ce sont ces courants supérieurs, bien connus des aéronautes (les contre-alizés), qui, de l'équateur, vont vers l'un et l'autre pôle, suivant d'immenses trajectoires régulièrement infléchies par la rotation terrestre, courants où se trouvent par conséquent des différences sensibles de vitesse d'un bord à l'autre.

» L'effet, ce sont les tempêtes, les gigantesques tourbillons à axe vertical, à figure conique, qui marchent de l'équateur aux pôles sur de vastes trajectoires régulièrement infléchies comme les premières, amenant et épuisant sur le sol une énorme provision de force vive sans cesse renouvelée.

» Comment méconnaître ici la relation de cette cause avec de tels effets? Parmi les hommes de science exempts de préjugés ou de parti pris sur la question, en est-il un seul qui se refusera à la conclusion suivante?

» *Conclusion.* — Les mouvements gyratoires à axe vertical qui descendent jusqu'à nous sous forme plus ou moins conique, avec un mouvement de translation curviligne de l'équateur aux pôles, sont nés dans ces courants supérieurs qui font précisément le même trajet au-dessus de nos têtes, aux dépens des inégalités de vitesse desdits courants.

» Voilà ma conclusion. En la comparant aux nombreux phénomènes qui sont venus à ma connaissance, je n'ai pas trouvé une seule exception.

» De plus, elle s'est montrée féconde, car elle m'a donné sans efforts, sans hypothèse gratuite, la clef de tous ces mystères météorologiques des tornados, des trombes, des orages, du tonnerre, de la grêle, etc. [1], tandis que les partisans des idées régnantes en sont encore à chercher pourquoi tous ces phénomènes marchent.

» Je passe maintenant aux applications. Dès l'invention de la télégraphie électrique, M. Arago avait compris tout le parti qu'on pourrait tirer de cet admirable organe pour la Météorologie. Mais, chose remarquable, on ne savait pas, ou plutôt on avait oublié, sous l'empire des préjugés régnants, que les tempêtes marchent, et l'idée d'Arago resta longtemps sans emploi. Il fallut que la tempête de Crimée vînt nous ouvrir les yeux. De là date la mémorable création des Avertissements aux ports, qui, depuis plus de vingt années, fait tant d'honneur à l'Observatoire.

» Qu'on veuille bien se figurer un instant les trajectoires des tempêtes sur les deux hémisphères. Elles débutent dans les régions tropicales, à quelques degrés de l'équateur, marchent d'abord vers l'ouest, s'infléchissent de plus en plus vers l'un ou l'autre pôle, puis dirigent vers l'est leur plus longue branche, dont l'extrémité se perd encore, pour nous, dans l'insuffisance des données actuelles. Vues sur une mappemonde, elles font l'effet de vastes paraboles, symétriques par rapport à l'équateur; elles ont toutes, sans exception, leur concavité à l'est; leurs sommets sont distribués à peu près sur les parallèles de 25 à 30 degrés au nord, et sur celui de 25 degrés au sud. Les tempêtes les parcourent avec une vitesse accélérée qui est celle d'un train de marchandises sous les tropiques et qui dépasse souvent celle d'un train express pour nos climats.

» Si l'on a étudié avec soin la figure régulière et les fluctuations de ces

[1] Voir l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877.

trajectoires, on donnera à l'avertissement des tempêtes une importance toute nouvelle, en l'étendant à des distances énormes par delà les mers, en les annonçant, non plus quelques heures, mais des semaines d'avance, car une même tempête met des semaines entières à accomplir son vaste voyage. A la vérité, les services que les pays civilisés peuvent se rendre ainsi ne sont pas réciproques; si, dans les pays chauds, l'orient signale à l'occident, c'est l'inverse qui aura lieu dans les pays froids. Pour fixer les idées, considérons un instant les tempêtes de la mer des Indes sur l'hémisphère austral. Il y a quelques années, M. le commandant Bridet, capitaine de port à la Réunion, écrivait les lignes suivantes :

« Il est, pour la Réunion, un progrès immense que j'appelle de tous mes vœux, c'est la pose d'un câble électrique entre Port-Louis et notre île. Nous savons, en effet, que les ouragans frappent toujours Maurice, douze et même dix-huit heures avant la Réunion. N'est-il pas évident dès lors qu'un câble sous-marin, transmettant instantanément les observations de Port-Louis, nous fera connaître, longtemps à l'avance, la présence des cyclones menaçant les navires mouillés sur la rade de la colonie? N'est-il pas évident qu'il n'y aura plus pour la Réunion d'incertitude sur la marche suivie par les ouragans, plus d'hésitation sur les manœuvres à adopter au moment de l'appareillage, et que nos rades foraines offriront presque autant de sécurité que les ports les mieux fermés. »

» C'est que les tempêtes de ces régions suivent la petite branche qui va vers l'ouest. Plus tard la Réunion pourra, à son tour, signaler à Madagascar les tempêtes dont le centre passe au nord de notre colonie, et Madagascar lui-même avertira la côte orientale du continent africain. Plus bas, la seconde branche qui va vers l'est ne passe plus que sur des mers.

» Eh bien, ce progrès, entrevu il y a quelques années sur l'hémisphère austral, par un des officiers les plus instruits de notre marine, vient d'être réalisé tout à fait en grand sur notre hémisphère par nos voisins de l'Ouest. Depuis quelques mois, les États-Unis ([1]) nous signalent, six ou sept jours d'avance, des tempêtes qu'ils ont observées chez eux et dont ils tracent et calculent d'avance la marche sur la longue branche de leur trajectoire, à travers l'Atlantique jusqu'à nos côtes. Plus tard sans doute les États-Unis eux-mêmes recevront des avertissements de la côte nord de l'Amérique du Sud et des Antilles, tandis qu'en France et en Angleterre on avertit déjà par le fait l'Allemagne, l'Autriche et la Russie.

» On voit de quelle importance est, pour la navigation, l'humanité, la richesse publique, l'étude de ce grandiose mouvement de translation des tempêtes, sur lequel j'appelle instamment l'attention de l'Académie. C'est assurément une des plus belles questions scientifiques de notre époque. »

([1]) Le *New-York Herald*.

HYDROLOGIE. — *Sur les tourbillons des cours d'eau.* Note de M. Belgrand.

« M. Faye, dans la très-intéressante Communication que l'Académie vient d'entendre, a parlé des tourbillons des eaux courantes, et il a bien voulu citer un Mémoire que j'ai publié sur cette question. Ces tourbillons ont, comme les cyclones de l'atmosphère, une moitié rapide et une moitié tranquille; leur axe est vertical; ils sont transportés par le courant et tout corps flottant qui y est attiré s'engouffre sur le bord rapide pour ressortir sur le bord tranquille. Toute modification du lit d'une rivière détermine des tourbillons qui diminuent la vitesse de l'eau; ces phénomènes sont si communs qu'ils n'attirent pas l'attention. Je ne dois parler ici que de ceux qui sont dus à des causes bien déterminées et qui peuvent donner une idée des mouvements de l'atmosphère ou du mode de creusement des vallées.

» 1° *Tourbillons qui ramènent l'eau du milieu vers les rives d'un cours d'eau.* — Les filets d'eau d'une rivière ne sont jamais parallèles aux rives; s'ils l'étaient, la vitesse du courant étant toujours plus grande au milieu que sur les rives, les eaux troubles du commencement d'une crue se montreraient au milieu du courant, tandis que l'eau des rives resterait limpide. Or il n'en est jamais ainsi : l'eau est alors uniformément trouble depuis une des rives jusqu'à l'autre, lorsque la crue est due aux affluents des deux rives, ou au moins depuis une des rives jusque vers le milieu du cours d'eau, lorsque les troubles sont produits par les affluents qui débouchent sur cette rive.

» Voici ce qui se passe dans les rivières à pentes faibles qui ne tombent pas en cascades. La vitesse du courant étant beaucoup plus faible près des berges qu'au milieu de la rivière, il en résulte des frottements qui font incliner vers chaque berge tous les filets d'eau à partir d'une ligne plus ou moins éloignée du milieu de la rivière, que j'appellerai la *ligne de partage*, et déterminent ainsi des tourbillons qui déplacent l'eau des rives. Les courbes décrites par ces filets d'eau sont très-longues dans les rivières tranquilles, très-courtes dans les rivières rapides; les tourbillons marchent dans le même sens que les aiguilles d'une montre sur la rive droite et en sens inverse sur la rive gauche. L'eau est donc dans un état uniforme, trouble, louche ou limpide entre l'une des rives et la ligne de partage : cet état n'existe pas nécessairement entre la ligne de partage et l'autre rive; mais l'eau ne peut jamais être trouble au milieu et claire sur les deux rives.

» C'est à ces tourbillons qu'il faut attribuer le fait suivant : dans les parties rectilignes du lit d'une rivière, l'eau d'un affluent reste séparée jusqu'au premier tournant, quelquefois par conséquent à une assez grande distance du confluent; il peut même se faire qu'il n'y ait aucun mélange des deux eaux, surtout lorsque les rivières ont à peu près la même portée. Ainsi l'eau de la Marne ne se mélange complétement à l'eau de la Seine qu'au tournant du Champ de Mars.

» Les tourbillons qui se forment ainsi de chaque côté de la ligne de partage donnent une idée très-nette de ce qui se passe dans l'atmosphère de chaque côté de l'équateur.

» 2° *Tourbillons des tournants.* — Dans les tournants d'une rivière, le courant se dirige vers la rive concave, et est réfléchi vers la rive convexe. Lorsqu'il est animé d'une vitesse suffisante, il affouille la rive concave et transporte, en tourbillonnant, les débris des roches détruites sur la pointe et en aval de la rive convexe. Ainsi, à Paris, au tournant de Chaillot, il n'y a pas d'alluvions sur la rive droite qui est concave. Les débris des roches détruites ont tous été transportés à la pointe du cap du Champ de Mars, ou en aval de cette convexité, à Grenelle et à Javel. Il en est de même aux tournants du bois de Boulogne : la rive concave de Sèvres, sur la rive gauche, a été fortement affouillée; les alluvions ont été portées par les tourbillons sur la rive droite, à la pointe du bois de Boulogne et, en aval de cette pointe, jusqu'à Clichy. Ces alluvions sont anciennes et remontent à l'époque quaternaire, comme le prouvent les nombreux ossements d'animaux de races éteintes qui y sont enfouis. Aujourd'hui la Seine attaque très-peu ses rives. Autrefois elle a creusé sa vallée en corrodant les coteaux concaves, les coupant en pente rapide et en déposant les débris sur les coteaux convexes qui sont toujours disposés en pente douce. Les vingt tournants que dessinent les méandres du fleuve entre Paris et Rouen sont ainsi disposés : à chacun de ces tournants, le fleuve est resté collé au pied du coteau à pente rapide qu'il corrodait. Le coteau à pente douce s'abaisse souvent en grandes plaines, comme celles de Grenelle, du bois de Boulogne, de Gennevilliers, du Pecq, etc.

» La même loi de l'alluvionnement se remarque sans exception dans tous les bassins des affluents de la Seine.

» 3° *Tourbillons à l'aval des confluents.* — Il se passe, à l'aval des confluents, des phénomènes très-compliqués; je n'examinerai que deux cas.

» Lorsque les deux cours d'eau se réunissent à angle aigu, il se produit entre eux des tourbillons en sens inverse, qui déplacent les graviers et les

sables et forment des alluvions. Lorsque les deux cours d'eau sont à peu près égaux, ces alluvions sont disposés en delta; tel est le grand delta de la plaine du Pertois, entre le Saulx et l'Ornain, formé en grande partie d'alluvions anciennes. Lorsqu'un affluent, portant beaucoup d'eau et animé d'une vitesse suffisante, tombe à angle droit dans la rivière principale, les deux courants se repoussent réciproquement; il se forme en amont et en aval du confluent deux points de tourbillonnement. Les tourbillons d'amont sont produits par l'eau du cours d'eau principal, ceux d'aval par l'eau de l'affluent : les alluvions produites par les tourbillons d'aval proviennent donc entièrement de l'affluent. Ce fait jette un grand jour sur le creusement des vallées, à l'origine de l'époque quaternaire, et prouve rigoureusement que ce creusement est dû à un phénomène violent et par conséquent de courte durée.

» Je citerai d'abord les vallées secondaires du bassin de l'Yonne, creusées dans la craie à silex, notamment entre Sens et Pont-sur-Yonne. Ces vallées sont aujourd'hui entièrement sèches ou sillonnées par des cours d'eau tellement tranquilles qu'ils ne pourraient remuer un caillou de la grosseur d'une noisette; or, en aval de leur débouché, on trouve de grands amas de silex de la craie, collés contre le coteau de la vallée de l'Yonne et ne renfermant aucun débris des roches d'amont, tandis que dans les dépôts d'alluvion situés en face, de l'autre côté de l'Yonne, on trouve des débris de toutes les roches détruites en amont, du granite du Morvan, des calcaires oolithiques de la Bourgogne, etc. Le courant d'eau qui creusait la vallée secondaire avait donc la force nécessaire pour transporter de volumineux silex et, dans un bien court trajet, d'émousser leurs angles et d'en faire presque des cailloux roulés.

» Ces dépôts sont encore plus caractéristiques dans les calcaires oolithiques de la Bourgogne. A l'aval du débouché de chaque vallée secondaire, on trouve de singulières alluvions qui tapissent toute la hauteur du coteau situé entre les vallées secondaire et principale. Elles sont formées de petits débris calcaires plats et longs, non roulés, disposés par zones comme les graviers ordinaires. Les habitants leur donnent les noms d'*arène*, de *trasse* ou de *terre à bâtir*. Ces pierrailles, n'étant pas roulées, ont flotté dans un courant assez puissant pour les tenir en suspension; en outre, il est évident que, si les vallées secondaires ont été creusées par un courant violent, ces alluvions, dans la position que j'ai indiquée, doivent être entièrement composées des débris des roches détruites par le creusement de ces vallées, sans aucun mélange des débris ni des roches détruites en

amont, ni de celles provenant des vallées secondaires de l'autre rive. Or c'est précisément ce qui a lieu.

» Dans la vallée de l'Armançon, près du village d'Aisy, en aval de Buffon, on exploite, sur la rive gauche, un énorme dépôt d'arène, à l'aval de la petite vallée du Bornant. Dans cette vallée secondaire on ne trouve que le calcaire qui porte le nom de *terre à foulon*, où l'on ne voit pas une oolithe, tandis que, du côté opposé, sur la rive droite, c'est surtout le calcaire à oolithe miliaire qui domine; dans l'arène de la sablière d'Aisy, on ne trouve que des débris de la terre à foulon, tandis que sur la rive droite on exploite une autre sablière d'arène dont les débris sont entièrement formés de calcaire à oolithes miliaires.

» Le ruisseau de Bornant, si petit aujourd'hui qu'il n'attaquerait pas la roche la plus friable, était donc remplacé, au moment où la vallée s'est creusée, par un courant d'eau si violent que non-seulement il détruisait les roches oolithiques, mais encore tenait leurs débris en suspension et les transportait à d'assez grandes distances, jusqu'aux points favorables à l'alluvionnement. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Observations sur la nature des végétaux réunis dans le groupe des* Nœggerathia ; *types du* Nœggerathia flabellata, *Lindl. et Hutt.*, *et du* N. cyclopteroides, *Gœpp.* Note de M. G. DE SAPORTA.

« M. R. de Visiani, dans son Mémoire précité, remarque avec raison que le *Nœggerathia flabellata*, de Lindley et Hutton, ressemble bien plus à un rameau garni de feuilles simples qu'à une fronde pinnée, munie de folioles. Je partage cette opinion, non-seulement parce que le mode de groupement et d'insertion des prétendues folioles semble l'indiquer, mais encore parce que la forme longuement atténuée et parfaitement symétrique de leur base, leur rencontre fréquente à l'état d'organes épars, leur nervation composée de veines très-fines graduellement dichotomes et insensiblement divergentes, autorisent pleinement une assimilation avec le groupe dont le *Salisburia adiantifolia*, Sm., est de nos jours le seul représentant. Cette manière de voir se trouve confirmée par la découverte récente, dans le permien de Lodève, d'un rameau similaire de celui de Bentham, pourvu comme lui de feuilles *salisburiformes*, et que j'ai publié sous le nom de *Ginkgophyllum Grasseti;* de plus, des empreintes de feuilles isolées, les unes entières et simplement fimbriées dans le haut, les autres

fissurées ou divisées en segments dichotomes, se présentent çà et là dans le carbonifère supérieur et dans le permien, dénotant l'existence à ces époques d'un type réellement conforme à celui des *Salisburia*.

» Les feuilles des *Ginkgophyllum*, qu'elles soient tronquées et entières à leur sommet, ou segmentées plus ou moins profondément, sont toujours insensiblement atténuées inférieurement, de façon à se terminer par une base étroite, sans être pourtant distinctement pétiolées. Les nervures ou faisceaux primaires, d'abord géminés, se dédoublent par bifurcations successives, toujours très-allongées, et de telle sorte que les branches des dichotomies demeurent constamment égales et cheminent parallèlement. C'est ce qui arrive du reste dans les feuilles des autres genres alliés aux *Salisburia*, que l'on observe dans le carbonifère récent ou le permien, tels que les *Dicranophyllum*, *Trichopitys* et *Baiera*. Ce dernier genre, dont les organes reproducteurs sont connus, s'écarte à peine des *Salisburia* par certains détails de structure des appareils mâle et femelle; mais ses feuilles se distinguent par ce que, au lieu d'être entières ou seulement incisées, elles sont partagées en lanières dichotomes dont les derniers segments ont des bords parallèles et sont tronqués ou simplement bilobés au sommet. Les *Baiera* ne se montrent guère avant le trias; ils abondent particulièrement dans le rhétien, mais une empreinte de feuille isolée, provenant du gouvernement de Perm, mine de Kamensk (nº 4200 de la Coll. du Muséum de Paris), et désignée sous le nom de *Nœggerathia flabellata* qui ne saurait lui convenir, marque un passage des *Ginkgophyllum* aux *Baiera*.

» Cette disposition des nervures subdivisées par dichotomie, mais demeurant égales et parallèles jusqu'à ce qu'elles atteignent ensemble le sommet de l'organe ou de ses segments, cette disposition doit suffire pour empêcher toute confusion entre le type des *Ginkgophyllum* et les deux types suivants, de même que les feuilles simples s'élevant sur une base rétrécie en pétiole séparent le premier de ces types de celui des *Nœggerathia* à frondes pinnées.

» Le type du *Nœggerathia cyclopteroides* [1] est fort rare. L'exemplaire figuré par Gœppert est unique, d'après cet auteur; il provient du permien d'Hermaunsdorf en Bohême. Au premier abord, l'aspect est celui d'une foliole de *Cyclopteris*; le contour est largement obovale; la base échancrée, subcordiforme et brièvement atténuée en coin obtus, est visiblement sessile; elle repose sur un onglet d'où partent une vingtaine de nervures très-

(1) *Die foss. Fl. der permisch. Format.*, p. 157, Tab. XXI, *fig.* 2.

serrées, toutes égales ou subégales, qui s'étendent en divergeant et se subdivisent à l'aide de dichotomies successives, dont les derniers ramules atteignent le pourtour de la marge. C'est donc une nervation adiantoïde, conforme à la fois à celle des Fougères de l'ordre des Neuroptéridées et à celle des Salisburiées, sans trace de médiane d'aucune sorte et pouvant dénoter tout aussi bien une foliole articulée et caduque qu'une feuille simple insérée horizontalement sur une base sessile et transversale, comme celles des Cordaïtées. La question eût été réellement insoluble, et par conséquent il aurait fallu renoncer à déterminer rigoureusement la nature cryptogamique ou phanérogamique de l'ancien organe, si fort heureusement des bourgeons coniques, remarquables par leur grande taille, n'étaient venus nous montrer les feuilles de l'ancien végétal encore enroulées et étroitement appliquées l'une contre l'autre, avec une vernation convolutée; l'angle de divergence déterminant la disposition des feuilles sur l'axe qui les portait paraît répondre à la formule phyllotaxique $\frac{2}{5}$. Ces organes curieux, convertis partiellement en silice et encroûtés par cette substance dans les vides occasionnés par la disparition de certaines parties du tissu végétal, proviennent des grès permiens de Russie et furent d'abord considérés par Eichwald comme ayant appartenu aux *Nœggerathia expansa* et *cuneifolia,* Brongt., assimilation réellement impossible, si l'on songe que les bourgeons en question sont formés de feuilles simples, à nervures flabellées, divergeant toutes de la base et sans vestiges de médiane ni de rachis principal accompagné de folioles. C'est là pourtant ce qu'il faudrait admettre nécessairement, si ces bourgeons étaient ceux du quatrième des types de *Nœggerathia* que je passe en revue. La ressemblance des feuilles dont les bourgeons permiens sont composés avec le *N. cyclopteroïdes* est au contraire évidente, et il m'a été possible de m'en assurer directement par l'étude de l'un de ces organes qu'une circonstance fortuite a permis à M. R. Tournouër de me procurer. L'identité de structure de l'exemplaire que je possède avec ceux qui ont été décrits par Eichwald et ensuite par Gœppert ne saurait être contestée.

» Ce dernier savant avait cru pouvoir proposer une assimilation avec les bourgeons floraux des Musacées; mais il est facile de prouver que son appréciation repose sur plus d'une erreur. L'une d'elles consiste en ce que l'auteur allemand prend à tort les rides dues à la destruction des faisceaux fibro-vasculaires pour les vestiges des lacunes qui, dans la plupart des Monocotylédones, sont disposées longitudinalement entre les nervures. D'ailleurs, il n'existe pas, à ma connaissance, de feuilles de Monocotylé-

dones à nervures flabellées dichotomes; enfin l'épaisseur visible des feuilles fossiles dans le bourgeon et l'aspect de leur surface épidermique montrent qu'elles étaient coriaces, lisses à l'extérieur, à nervures incluses, et que leur consistance devait être celle des folioles de Cycadées et des feuilles de Cordaïtées dont il est naturel de les rapprocher. Ces dernières plantes présentaient également de gros bourgeons, d'une dimension bien supérieure à celle des bourgeons actuels des Conifères. Pour ce qui est du mode de vernation, il m'a paru conforme, toute proportion gardée, à celui que l'on observe chez les *Dammara* et les *Podocarpus,* au moment où les espèces de ces genres commencent à évoluer leurs bourgeons.

» Il est donc parfaitement légitime de séparer le type qui vient d'être signalé de celui des vrais *Nœggerathia,* aussi bien que de celui des *Ginkgophyllum,* c'est-à-dire des Lycadées et des Salisburiées, et de reconnaître en lui un genre éteint de Gymnospermes paléozoïques, qui vient se ranger de lui-même entre la seconde de ces deux familles et celle des Cordaïtées. On devra appliquer d'autant plus justement à ce genre le nom de *Dolerophyllum* qu'il y a en effet quelque chose de trompeur dans l'apparence filicoïde et la nervation de ses feuilles. Avant de quitter les *Dolerophyllum,* encore si imparfaitement connus, et en même temps si singuliers, je veux ajouter qu'il existe dans les schistes permiens de Lodève un Gymnosperme, dont les rameaux peut-être phyllodés, comme ceux des *Phyllocladus,* portent le long de leurs dernières subdivisions des segments foliaires arrondis et parcourus par des nervures flabellées naissant d'une base sessile. La petitesse de ces segments pris à part s'oppose seule à ce que l'on reconnaisse en eux une forme congénère du *Dolerophyllum Gœpperti* d'Hermannsdorff et de la Russie, de l'Oural. C'est là plutôt un *Phyllocladites,* dont les caractères restent à préciser. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie) : MM. Gosselin, baron J. Cloquet, Vulpian, Bouillaud, Sédillot, baron Larrey, Bouley, Ch. Robin et Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bussy et de Quatrefages.

Prix Godard : MM. Vulpian, Gosselin, Robin, Bouillaud et baron J. Cloquet réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sédillot et baron Larrey.

Prix Serres : MM. de Quatrefages, Vulpian, de Lacaze-Duthiers, Gosselin et Robin réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Pasteur.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : MM. Vulpian, Gosselin, Robin, Milne-Edwards et Bouillaud réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur, et de Lacaze-Duthiers.

Prix Montyon (Arts insalubres): MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, général Morin et Fremy réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Debray et Tresca.

MEMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Les conidies du* Polyporus sulfureus *Bull, et leur développement.* Mémoire de M. **J. de Seynes**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem.)

« J'ai reconnu chez le *Polyporus sulfureus*, Bull, la présence d'organes secondaires de reproduction dont le développement et les rapports avec le réceptacle m'ont paru dignes d'intérêt ; j'en ai fait le sujet de recherches dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les principaux résultats.

» Un exemplaire de ce Polypore lignicole, recueilli dans la forêt de Fontainebleau au mois d'octobre 1876, présentait, dans la partie supérieure du réceptacle dont la trame devient d'ordinaire blanche, une teinte fauve clair et un état pulvérulent très-sensible. Examiné au microscope, le tissu coloré se désagrége en une quantité considérable de petits corps libres, arrondis. Ces petits corps sont composés d'une enveloppe épaisse, lisse, réfringente et d'un contenu dont la presque totalité consiste en un noyau huileux, homogène, séparé de la paroi par une mince lame de liquide

hyalin; ils sont sphériques avec une tendance à devenir cunéiformes ou oblongs et mesurent depuis $0^{mm},005$ sur $0^{mm},006$ jusqu'à $0^{mm},016$ sur $0^{m},019$. On en retrouve un certain nombre portés par des cellules allongées, dont la structure est la même que celle des cellules qui forment le pseudoparenchyme du réceptacle. Ces cellules ont une paroi épaisse, réfringente, oblitérant quelquefois tout à fait leur calibre intérieur; leur forme est cylindrique. Les ramifications se détachent d'ordinaire à angle droit; elles présentent des inflexions brusques; ces caractères sont tellement nets qu'on ne peut les confondre avec n'importe quel mycélium. On ne saurait donc s'arrêter à l'idée qu'il s'agit ici d'une végétation parasitique venue de l'extérieur. La situation de ces petits corps aux antipodes des tubes sporigènes, à l'intérieur du réceptacle, abrités par une mince couche cellulaire stérile, provoque une comparaison légitime avec les conidies, dont le réceptacle de la Fistuline hépatique est le siége. Ainsi se trouve étendue au genre Polypore une disposition anatomique et physiologique qui pouvait paraître isolée dans un genre à caractères mixtes, et exceptionnel à bien des égards.

» L'existence de conidies endocarpes chez le *P. sulfureus* trahit une affinité inattendue entre les Polyporés et les Lycoperdacés; voici, en effet, un Polypore dont le réceptacle est angiocarpe, comme celui des Gastéromycètes, par la partie supérieure et conidienne, et qui est gymnocarpe par la partie inférieure et hyménienne. Ce réceptacle devient sec et cassant, l'ensemble des conidies y prend à la maturité l'aspect d'une gleba pulvérulente bien plus accusé que chez la Fistuline : les cellules allongées disséminées à travers cette sorte de gleba font l'illusion d'un capillitium.

» J'ai examiné plusieurs échantillons du *P. sulfureus*, l'un conservé au Muséum, les autres dus à l'obligeance de MM. Quelet du Doubs, et Cooke de Londres : ils ne m'ont pas présenté de conidies; leur forme était de nature à faire prévoir ce résultat négatif : chez tous les trois le chapeau était aplati, mince, et la surface tubulifère très-développée, au lieu d'être, comme dans l'exemplaire de Fontainebleau, épais, mamelonné, à surface tubulifère restreinte; or l'étude d'un grand nombre de réceptacles de Fistuline m'a permis de constater que la production des conidies est en raison inverse du développement des tubes, et par conséquent des spores. M. Trécul a reconnu la réalité de ce fait dans son rapport sur le prix Desmazières pour l'année 1874.

» La formation des conidies du *P. sulfureus* est successive; elle a lieu à l'extrémité des ramifications cellulaires; quand une conidie est arrivée à

maturité et s'est détachée, une seconde se forme au-dessous et se détache à son tour. C'est le procédé de développement que les auteurs ont appelé *acrosporé*; mais il n'y a là, comme dans la plupart des cas semblables, qu'une apparence illusoire. Depuis 1872, je me suis efforcé de faire passer dans le domaine des faits et de l'observation précise les pressentiments de Vittadini et de M. Hoffmann sur cette question; les conidies du *P. sulfureus* ajoutent un exemple de plus à ceux que j'ai déjà donnés. Même sur un échantillon sec, il est facile de reconnaître leur véritable genèse à des traces non équivoques et à l'aide de réactifs appropriés. Dans la plupart des conidies l'enveloppe paraît homogène et unique; on en rencontre cependant surtout parmi les plus grandes, qui présentent des espaces vides dans l'épaisseur même de leur paroi; ces espaces dessinent une courbe concentrique au double contour de la paroi, et sont situés aux deux extrémités du plus long diamètre; ils sont quelquefois réunis par une ligne foncée qui trace ainsi la séparation de deux enveloppes distinctes; on peut voir les contours de l'enveloppe externe se continuer avec ceux de la cellule mère, quand la conidie lui est encore adhérente; l'épaisseur relativement grande des diverses parois rend cette observation facile et son interprétation très-nette. Une cloison transversale s'est le plus souvent formée au-dessous du point où la conidie se développe, de manière à former une chambre, un sporange, si l'on veut, dans lequel s'organise la conidie; la paroi de celle-ci s'est soudée de bonne heure avec celle de la cellule mère, dont elle ne peut quelquefois atteindre le sommet; d'autres fois la soudure est ininterrompue et même l'espace compris entre la partie inférieure de la conidie et la cloison de la cellule mère s'est rempli de cellulose; la cellule mère appauvrie et amincie au-dessous de la cloison se rompt en ce point et la conidie emporte avec elle le petit appendice cellulosique qui lui servait de support. L'acide sulfurique, l'action prolongée de la glycérine dissocient la conidie d'avec la cellule mère et la font apparaître libre de toute adhérence dans la chambre cellulaire où elle a pris naissance; les phases préliminaires de la germination amènent le même résultat.

» On a vu plus haut que pendant le développement de la conidie la paroi de la cellule mère s'amincit au profit de la conidie; le même phénomène se produit dans le développement successif des cellules du réceptacle; ces faits m'ont amené à examiner l'influence qu'exercent sur les propriétés de la cellulose fungique les déplacements qu'elle subit chez les espèces qui empruntent aux parois épaisses de leurs cellules les matériaux de leur nutrition et de leur accroissement. L'instabilité, la diminution de cohésion,

imposés sans doute à la fungine par ces déplacements, me semblent pouvoir rendre compte de la propriété qu'elle manifeste, de bleuir au contact d'un réactif iodé, sans devenir soluble dans la liqueur de Schweizer. On dirait qu'elle passe par des états plus voisins de l'amidon ou de la dextrine que de la cellulose pure. Des observations faites sur le *Polyporus sulfureus* et sur plusieurs réceptacles de Polypores, sur des Hydnes épixyles, sur le *Ptychogaster albus* m'ont démontré la fréquence de la réaction bleue ou rouge de l'iode avec la fungine, contrairement à ce qui était admis jusqu'ici. La cause de cette apparente contradiction réside sans doute dans les phénomènes physiologiques auxquels je viens de faire allusion; il est digne de remarque que les organes sur lesquels on a observé tout d'abord, comme une sorte d'anomalie, la réaction bleue de l'iode, appartenaient au système reproducteur, c'est-à-dire aux éléments cellulaires de plus récente formation. Je ne puis qu'indiquer ici la liaison de ces faits, sans approfondir une discussion qui m'entraînerait au delà des limites du présent travail et qui devra faire le sujet d'une étude spéciale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Action que le Soleil exerce sur les fluides magnétiques et électriques de la Terre.* Mémoire de M. **Quet**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« La théorie de l'action directe du Soleil sur les fluides magnétiques et électriques de la Terre, qui est développée dans le Mémoire, est fondée sur le calcul des forces mises en jeu et sur quelques théorèmes nécessaires à ce calcul; toutes ces forces sont rapportées à trois axes rectangulaires qui font corps avec la Terre et dont deux sont dans le plan de l'équateur.

» En désignant par A, B, C les composantes de l'action exercée sur l'unité de masse du fluide magnétique terrestre, j'obtiens les valeurs suivantes :

$$A = X + X' + X'', \qquad B = Y + Y' + Y'', \qquad C = Z + Z',$$

$$X = P\cos 2\pi\left(\frac{T+1}{T}t - p\right), \quad X' = P'\cos 2\pi\left(\frac{T-1}{T}t - p'\right), \quad X'' = P''\cos 2\pi\left(\frac{T+3}{T}t - p''\right),$$

$$Y = -P\sin 2\pi\left(\frac{T+1}{T}t - p\right), \quad Y' = -P'\sin 2\pi\left(\frac{T-1}{T}t - p'\right), \quad Y'' = -P''\sin 2\pi\left(\frac{T+3}{T}t - p''\right).$$

$$Z = Q, \qquad Z' = Q'\cos 2\pi\left(\frac{2t}{T} - q'\right);$$

Le temps est compté en jours solaires moyens : t est le temps local, T la durée de l'année; les quantités désignées d'une manière générale par P, Q, p, q dépendent de l'obliquité de l'écliptique et de la position du pôle austral électrodynamique du Soleil; j'en ai fait connaître les valeurs dans le Mémoire.

» Je donne ce théorème que la force électromotrice, exercée sur l'unité de masse du fluide électrique et due au mouvement du conducteur, est dans le plan directeur d'Ampère, qu'elle se trouve perpendiculaire à la vitesse du point d'application, et qu'elle est représentée, en grandeur, par l'aire du parallélogramme construit sur la vitesse et la force auxiliaire d'Ampère. $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ étant les composantes de cette force, u, v, w celles de la vitesse, et $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ celles de la force auxiliaire d'Ampère, j'ai

$$\mathfrak{X} = \mathcal{C}v - \mathcal{B}w, \quad \mathfrak{Y} = \mathcal{A}w - \mathcal{C}u, \quad \mathfrak{Z} = \mathcal{B}u - \mathcal{A}v.$$

» Au moyen de ce théorème, je trouve, pour les composantes A_1, B_1, C_1 de la force d'induction due à la rotation de la Terre, ces valeurs :

$$A_1 = nx(Z + Z'), \quad B_1 = ny(Z + Z'), \quad C_1 = n(Ax + By).$$

» Appliqué à la force électromotrice d'induction due à la translation de la Terre, ce théorème me donne, pour les composantes A_2, B_2, C_2,

$$A_2 = X_2 + X'_2 + X''_2 + X'''_2,$$
$$B_2 = Y_2 + Y'_2 + Y''_2 + Y'''_2,$$
$$C_2 = Z_2 + Z'_2,$$

$$X_2 = P_2 \cos 2\pi(t - p_2),$$
$$X'_2 = P'_2 \cos 2\pi\left(\frac{T+2}{T}t - p'_2\right),$$
$$X''_2 = P''_2 \cos 2\pi\left(\frac{T-2}{T}t - p''_2\right),$$
$$X'''_2 = P'''_2 \cos 2\pi\left(\frac{T+4}{T}t - p'''_2\right);$$

$$Y_2 = -P_2 \sin 2\pi(t - p_2)$$
$$Y'_2 = -P'_2 \sin 2\pi\left(\frac{T+2}{T}t - p'_2\right),$$
$$Y''_2 = -P''_2 \sin 2\pi\left(\frac{T-2}{T}t - p''_2\right),$$
$$Y'''_2 = -P'''_2 \sin 2\pi\left(\frac{T+4}{T}t - p'''_1\right).$$

La force électromotrice d'induction due à la rotation du Soleil a ses composantes de même forme que A_2, B_2, C_2.

» Je trouve que la force électromotrice d'induction, due aux variations d'intensité des courants solaires, a pour ses composantes

$$A_4 = X_4 + X'_4, \quad B_4 = Y_4 + Y'_4, \quad C_4 = Z_4 + Z'_4;$$

$$X_4 = P_4 \cos 2\pi (t - p_4), \qquad X'_4 = P'_4 \cos 2\pi \left(\frac{T+1}{T} t - p'_4\right),$$

$$Y_4 = -P_4 \sin 2\pi (t - p_4), \qquad Y'_4 = -P'_4 \sin 2\pi \left(\frac{T+1}{T} t - p'_4\right);$$

$$Z_4 = Q_4 \cos 2\pi \left(\frac{2T+1}{T} t - q_4\right); \quad Z'_4 = Q'_4 \cos 2\pi \left(\frac{2T+1}{T} t - q_4\right).$$

Le Mémoire contient la discussion de ces formules, lorsque les pôles électrodynamiques du Soleil et ses pôles de rotation se confondent, et la comparaison des résultats avec l'observation. »

M. **Toselli** adresse la description et le croquis du récipient dont il fait usage pour fabriquer des blocs de glace de plusieurs kilogrammes.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. G. **Jaeger** adresse pour le concours du prix Bréant une brochure accompagnée de plusieurs documents manuscrits.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **Duval-Jouve**, élu Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome second de la première Partie du « Traité de Métallurgie de M. *Gruner* » ;

2° Une brochure de M. *J. Lichtenstein*, intitulée : « Considérations nouvelles sur la génération des Pucerons (Homoptères monoïques) ».

Cette brochure sera soumise à l'examen de la Commission du Phylloxera.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle linéaire qui relie au module la fonction complète de première espèce.* Note de M. J. TANNERY, présentée par M. Hermite.

« En suivant la voie ouverte par M. Cauchy pour l'étude des fonctions d'une variable imaginaire, après les belles recherches de M. Puiseux sur les équations algébriques, de MM. Briot et Bouquet, sur les équations différentielles du premier ordre, on se trouvait naturellement amené à étudier les intégrales des équations différentielles linéaires. Les principes de cette étude ont été posés en 1866, par M. Fuchs, dans un Mémoire resté classique; depuis, les travaux de M. Fuchs et d'autres éminents géomètres ont considérablement agrandi ce nouveau domaine de la Science. Je me suis proposé d'étudier une équation particulière, celle qui, dans la théorie des fonctions elliptiques, relie au module la fonction complète de première espèce, en poussant cette étude le plus loin qu'il me serait possible. Dans un important Mémoire [*Die Periodicitäts-modulen der hyperelliptischen Integrale als Functionen eines Parameters aufgefasst* (*Journal de Borchardt*, t. LXXI, p. 91)], M. Fuchs a traité de cette équation et a déduit ses propriétés des résultats plus généraux qu'il avait obtenus relativement aux périodes des intégrales hyperelliptiques. J'ai suivi une marche différente et je me suis limité strictement à l'étude de l'équation même, indépendamment du sens que ses intégrales peuvent présenter dans la théorie des fonctions elliptiques.

» Prenant de suite l'équation sous la forme

$$(x^2 - x)\frac{d^2y}{dx^2} - (1 - 2x)\frac{dy}{dx} + \frac{1}{4}y = 0,$$

qui est un cas particulier de l'équation à laquelle satisfait la série de Gauss, on trouve des systèmes de solutions qui conviennent lorsque le point qui représente la variable, réelle ou imaginaire, reste situé : 1° dans le cercle de rayon 1 décrit du point 0 comme centre ; 2° dans le cercle de même rayon décrit du point 1 comme centre ; 3° à l'extérieur du premier cercle ; 4° à l'extérieur du second ; 5° à droite de la corde commune aux deux cercles ; 6° à gauche de la même droite ; 7° dans l'intérieur du cercle décrit du point $\frac{1}{2}$ comme centre avec le rayon $\frac{1}{2}$: ce sont les divers systèmes de solutions que j'ai étudiés. Si l'on considère les espaces dans lesquels ils conviennent, on aperçoit de suite qu'ils empiètent les uns sur

les autres ; par exemple, les deux cercles décrits des points o et 1 comme centres ont un espace commun. Dans cet espace conviennent les quatre fonctions satisfaisant à l'équation différentielle, qui constituent les deux premiers systèmes; entre trois de ces fonctions doit donc exister une relation linéaire à coefficients constants; j'ai calculé ces coefficients en étudiant la façon dont les séries qui entrent dans lesdites fonctions deviennent infinies quand la variable s'approche du point 1 ou du point o. Des relations analogues existent pour les autres groupes de solutions, et permettent de passer des uns aux autres dans les diverses portions du plan bornées par les lignes qui limitent la région de convergence de ces solutions : ces relations une fois établies, on n'a plus de difficulté pour résoudre le problème suivant, qui a été l'objet principal de mes recherches :

» Étant donnés deux points quelconques A, B du plan dont les différents points figurent les diverses valeurs de la variable, et ces deux points étant reliés entre eux par un chemin continu quelconque, assujetti seulement à ne passer par aucun des points o, 1 ; supposant que l'on parte du point A avec une solution de l'équation différentielle exprimée linéairement avec deux des solutions énumérées plus haut, qui conviennent pour la région du plan où se trouve le point A, et que l'on suive le chemin AB, on demande d'exprimer la solution avec laquelle on arrive au point B au moyen de deux quelconques des solutions qui conviennent pour la région du plan où se trouve ce point.

» J'ajouterai enfin que les relations dont j'ai parlé conduisent à des identités numériques simples et que l'étude de la variation des diverses fonctions satisfaisant à l'équation différentielle, quand la variable est réelle, donnent lieu à divers problèmes d'Algèbre qui ne sont pas non plus dénués d'intérêt. »

CINÉMATIQUE. — *Sur la cinématique des figures continues sur les surfaces courbes, et, en général, dans les variétés planes ou courbes.* Note de M. **Maurice Levy**.

« I. L'étude du déplacement élémentaire d'une figure, dans un espace plan ou courbe à *n* dimensions, permet de comprendre, dans une formule unique, les principales théories, en apparence plus ou moins diverses, qui se rattachent à la Cinématique; elle conduit d'ailleurs à d'autres applications géométriques ou mécaniques sur lesquelles nous nous réservons de revenir.

» Soient $x_i (i = 1, 2, 3, \ldots, n)$ les n variables qui définissent la position d'un point M dans l'espace considéré, et soit

$$(1) \qquad ds^2 = \sum_{ij} a_{ij}\, dx_i\, dx_j,$$

où $a_{ij} = a_{ji}$ sont des fonctions bien déterminées de ces variables, l'expression du carré de l'élément linéaire. Si l'on considère un triangle infinitésimal dont les trois sommets aient pour coordonnées $x_i, x_i + dx_i$ et $x_i + d'x_i$, la formule ci-dessus permet de calculer les longueurs de ses trois côtés, et, par suite, aussi ses angles par les formules ordinaires de la Trigonométrie. On trouve ainsi, pour définir l'angle de deux éléments ds, $d's$ issus d'un point M, l'expression

$$(2) \qquad ds\, d's \cos(ds, d's) = \sum_{ij} a_{ij}\, dx_i\, d'x_j.$$

» Si l'on considère, au point M, ce qu'on peut appeler n lignes coordonnées, c'est-à-dire n lignes le long de chacune desquelles une seule coordonnée varie, et qu'on appelle σ_i la ligne le long de laquelle c'est la coordonnée x_i qui varie, le cosinus α_i de l'angle de l'élément quelconque ds avec l'élément $d\sigma_i$ tangent à la ligne σ_i, a pour expression

$$\alpha_i = \frac{1}{\sqrt{a_{ij}}} \sum_j a_{ij} \frac{dx_j}{ds},$$

qui permet d'exprimer la direction d'un élément ds, soit à l'aide des n cosinus directeurs α_i, soit à l'aide des n rapports $\frac{dx_i}{ds}$. Enfin, ω_{ij} étant l'angle de deux éléments coordonnés $d\sigma_i$ et $d\sigma_j$, on tire de là $\cos\omega_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{a_{ii}\, a_{jj}}}$ qui, avec $\frac{d\sigma_i}{dx_i} = \sqrt{a_{ii}}$, donnent la signification géométrique de tous les coefficients a_{ij}.

» Considérons maintenant une figure continue mobile ; soient δx_i les accroissements des coordonnées x_i d'un point M pendant l'intervalle de temps infiniment petit δt. Les δx_i sont, à un instant déterminé, des fonctions des variables x_i, en sorte que

$$(3) \qquad \delta\, dx_i = d\, \delta x_i = \sum_k \frac{\partial\, \delta x_i}{\partial x_k} dx_k.$$

» Soient $\lambda = \frac{\delta\, ds}{ds}$ et $\lambda' = \frac{\delta\, d's}{d's}$ les dilatations qu'éprouvent, pendant l'intervalle de temps δt, les deux éléments ds et $d's$. Entre ces dilatations et la variation $\delta(ds, d's)$ de leur angle, la formule (2), différentiée par la carac-

téristique δ, donne, après quelques transformations et en ayant égard à (3), la relation

$$(4)\qquad (\lambda+\lambda')\cos(ds,d's)-\sin(ds,d's)\,\delta(ds,d's)=\sum_{ij}\mathrm{L}_{ij}\frac{dx_i}{ds}\frac{d'x_j}{ds},$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$(5)\qquad \mathrm{L}_{ij}=\sum_k\left(\frac{\partial a_{ij}}{\partial x_k}\,\delta x_k+a_{ik}\frac{\partial\,\delta x_k}{\partial x_j}+a_{jk}\frac{\partial\,\delta x_k}{\partial x_i}\right).$$

» Si les éléments ds et $d's$ coïncident

$$(6)\qquad \lambda=\tfrac{1}{2}\sum_{ij}\mathrm{L}_{ij}\frac{dx_i}{ds}\frac{dx_j}{ds},$$

qui fournit la dilatation d'un élément quelconque.

» Si ds et $d's$ sont rectangulaires au commencement du temps δt, on a

$$\delta(ds,d's)=-\sum_{ij}\mathrm{L}_{ij}\frac{dx_i}{ds}\frac{d'x_j}{ds},$$

formule très-élégante, qui fournit ce qu'on pourrait appeler, avec M. de Saint-Venant, les *glissements*.

» Les formules (4) et (6) comprennent nécessairement toute la théorie de la déformation des figures, puisque la seconde donne les changements que subissent les longueurs et la première les altérations qu'éprouvent les angles; comme, d'ailleurs, la seconde est une conséquence de la première, on peut dire que celle-ci comprend, à elle seule, toute cette théorie.

» Si l'on appelle λ_i la dilatation de l'élément coordonné $d\sigma_i$, et $\delta\omega_{ij}$ l'accroissement de l'angle ω_{ij} des deux éléments coordonnés $d\sigma_i$ et $d\sigma_j$, il vient $\lambda_i=\frac{\mathrm{L}_{ii}}{2a_{ii}}$; $(\lambda_i+\lambda_j)\cos\omega_{ij}-\sin\omega_{ij}\,\delta\omega_{ij}=\frac{\mathrm{L}_{ij}}{\sqrt{a_{ii}a_{jj}}}$, qui donnent la signification géométrique de tous les L_{ij}.

» Si l'on applique les formules (4) et (6) à un espace euclidien, en regardant les x_i comme les coordonnées rectilignes et rectangulaires, ce qui suppose $a_{ij}=0$, $a_{ii}=1$, il vient $\lambda=\sum_{ij}\left(\frac{\partial\,\delta x_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\,\delta x_j}{\partial x_i}\right)\alpha_i\alpha_j$.

» Pour que le système mobile reste invariable de forme, il faut et il suffit que la dilatation λ soit nulle, quelle que soit la direction de l'élément ds considéré, c'est-à-dire que $\frac{\partial\,\delta x_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\,\delta x_j}{\partial x_i}=0$, quels que soient i et j; de là on conclut facilement que les δx_i sont des fonctions linéaires de la forme $\delta x_i=\mathrm{C}_i+\Sigma\mathrm{C}_{ij}x_j$, les constantes C_{ij} étant telles que $\mathrm{C}_{ij}+\mathrm{C}_{ji}=0$, ce qui, dans le cas de trois dimensions, donne les formules classiques du déplacement des systèmes invariables, et, dans les autres espaces euclidiens, les for-

mules analogues, contenues notamment dans le Mémoire de M. C. Jordan sur ces espaces.

» Si l'on considère une figure variable, la formule (9) n'est autre que celle de Cauchy et conduit, dans le cas de trois dimensinons, à l'ellipsoïde des déplacements, aux dilatations principales, etc.

» Si l'on suppose les coordonnées x_i orthogonales, mais non rectilignes, que l'espace soit euclidien ou non, nous devrons faire $a_{ij}=0$; posons d'ailleurs, avec Lamé, $a_{ii}=\frac{1}{h_i^2}$, il viendra

$$h_i h_j \mathrm{L}_{ij} = -\delta\omega_{ij} = \frac{h_j}{h_i}\frac{\partial\delta x_i}{\partial x_i} + \frac{h_i}{h_j}\frac{\partial\delta x_j}{\partial x_i},$$

$$\frac{h_i^2}{2}\mathrm{L}_{ii} = \lambda_i = \frac{\partial\delta x_i}{\partial x_i} - \sum_k \frac{1}{h_i}\frac{\partial h_i}{\partial x_k}\delta x_k,$$

formules qui, pour trois dimensions, ne sont pas autres que celles à l'aide desquelles Lamé a pu écrire les équations générales de la théorie mathématique de l'élasticité en coordonnées curvilignes orthogonales. Nous tirerions de notre formule générale les équations analogues, mais beaucoup moins élégantes, en coordonnées curvilignes obliques.

» Si l'on prenait le ds^2 d'un espace à courbure constante, sous la forme élégante que lui a donnée M. Bellavitis, on retrouverait naturellement les formules publiées par ce géomètre au *Bulletin Darboux*, t. XI.

» Si l'on voulait étudier, dans un espace quelconque, les dilatations principales, il suffirait de chercher le maximum ou le minimum de λ, par l'équation (6), où les rapports $\frac{dx_i}{ds}$ seraient regardés comme les variables, ces variables étant assujetties seulement à la condition $\sum_{ij} a_{ij}\frac{dx_i}{ds}\frac{dx_j}{ds} = 1$, ce qui conduirait à annuler les n dérivées de la fonction $\sum_{ij}(\mathrm{L}_{ij}+\mathrm{S}a_{ij})\frac{dx_i}{ds}\frac{dx_j}{ds}$, où S est une indéterminée. On trouverait donc n équations linéaires et homogènes rélativement aux $\frac{dx_i}{ds}$. En égalant leur déterminant à zéro, on obtiendrait une équation du $n^{\text{ième}}$ degré en S, à chaque racine réelle de laquelle répondrait une direction de dilatation principale. On trouverait ainsi, pour une figure déformable, mobile sur une surface courbe quelconque, deux séries de lignes de dilatations principales orthogonales, *résultat distinct de ceux de Cauchy*, qui n'ont lieu que dans l'espace euclidien à trois dimensions ou, si l'on se borne à deux dimensions, dans le plan. »

MÉCANIQUE. — *Calcul des dilatations éprouvées par les éléments matériels rectilignes appartenant à une petite portion d'une membrane élastique courbe que l'on déforme.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Considérons d'abord, dans son état choisi comme état primitif, la petite portion de membrane dont on veut étudier les déformations. Si on la rapporte à une de ses normales pour axe des z et à deux droites rectangulaires situées dans le plan tangent correspondant pour axes des x et des y, l'équation de cette petite portion de membrane est réductible, comme on sait, à la forme

$$(1)\qquad 2z = rx^2 + 2sxy + ty^2.$$

Celle-ci, différentiée, donne

$$dz = (rx + sy)dx + (sx + ty)dy,$$

et par suite, identiquement,

$$(2)\quad \begin{cases} dz^2 = dx\,d\dfrac{(rx + sy)^3 + s(rt - s^2)y^3}{3r} \\ \qquad + dy\,d\dfrac{(sx + ty)^3 + s(rt - s^2)x^3}{3t} + 2(rt - s^2)xy\,dx\,dy. \end{cases}$$

» Nous désignerons par C, afin d'abréger, la courbure $rt - s^2$ de la portion considérée de surface, c'est-à-dire le produit de ses deux courbures principales. Enfin, la longueur primitive ds de l'élément matériel rectiligne dont les projections sur les axes sont dx, dy, dz aura pour carré

$$dx^2 + dy^2 + dz^2.$$

» Concevons actuellement qu'on déforme la membrane, en laissant fixes le point matériel situé à l'origine, le plan tangent correspondant et la direction de l'élément rectiligne mené à partir de l'origine dans le sens des x. Les petites ordonnées de la surface seront encore données par une équation analogue à (1), où les constantes r, s, t, C auront d'autres valeurs r', s', t', C'. De plus, les deux coordonnées primitives x, y de chaque point matériel auront reçu des accroissements u, v, qui, fonctions de x, y, s'annuleront à l'origine, et dont le second y aura même sa dérivée en x nulle (à cause de la fixité relative de direction de l'axe des x). D'ailleurs, les déformations d'une membrane élastique dans les sens parallèles à son plan tangent étant généralement fort restreintes (par suite de l'existence de limites d'élasticité), les déplacements u, v seront très-petits devant x, y, et les deux projections,

suivant les x et les y, d'un élément matériel rectiligne, n'auront varié que de minimes fractions de leurs valeurs primitives dx, dy. Le carré dz^2 aura donc grandi sensiblement de la variation qu'éprouve le second membre de (2) lorsqu'on y laisse constants x, y, dx, dy et qu'on y remplace r, s, t, C par r', s', t', C'. Si l'on pose, pour abréger,

$$(3)\quad \begin{cases} \mathrm{U} = \dfrac{(rx+sy)^3 + s\mathrm{C}y^3}{6r} - \dfrac{(r'x+s'y)^3 + s'\mathrm{C}'y^3}{6r'}, \\ \mathrm{V} = \dfrac{(sx+ty)^3 + s\mathrm{C}x^3}{6t} - \dfrac{(s'x+t'y)^3 + s'\mathrm{C}'x^3}{6t'}, \end{cases}$$

cet accroissement vaudra

$$2[(\mathrm{C}' - \mathrm{C})xy\,dx\,dy - dx\,d\mathrm{U} - dy\,d\mathrm{V}].$$

En y joignant les augmentations $2\,dx\,du$, $2\,dy\,dv$, reçues par dx^2 et dy^2, qui sont devenus $(dx+du)^2$, $(dy+dv)^2$, on trouve

$$2[dx\,d(u-\mathrm{U}) + dy\,d(v-\mathrm{V}) + (\mathrm{C}'-\mathrm{C})xy\,dx\,dy]$$

pour valeur de l'accroissement éprouvé par le carré de l'élément rectiligne, c'est-à-dire pour valeur de l'expression $(2\Delta)ds^2$, où Δ désigne la petite *dilatation* de l'élément ds. Remplaçons les différentielles totales $d(u-\mathrm{U})$, $d(v-\mathrm{V})$ par leurs développements, puis observons que les rapports de dx et dy à ds sont sensiblement le cosinus et le sinus de l'angle α que fait avec les x positifs la projection de l'élément rectiligne sur le plan des xy. Il viendra la formule que je me proposais d'établir :

$$(4)\quad \begin{cases} \Delta = \dfrac{d(u-\mathrm{U})}{dx}\cos^2\alpha + \dfrac{d(v-\mathrm{V})}{dy}\sin^2\alpha \\ \qquad + \left[\dfrac{d(u-\mathrm{U})}{dy} + \dfrac{d(v-\mathrm{V})}{dx} + (\mathrm{C}'-\mathrm{C})xy\right]\cos\alpha\sin\alpha. \end{cases}$$

» Étudions en particulier les déformations qui consistent en de *simples flexions* de la portion considérée de membrane (sans allongement ni raccourcissement de ses fibres), déformations auxquelles une plaque solide peu épaisse résiste, comme on sait, incomparablement moins qu'aux déformations accompagnées d'extensions de fibres. On aura, quel que soit α, $\Delta = 0$, équation qui, si l'on y suppose successivement l'angle α nul, droit et puis quelconque, revient à annuler séparément, dans (4), les trois coefficients de $\cos^2\alpha$, $\sin^2\alpha$, $\cos\alpha\sin\alpha$. L'annulation des deux premiers montre que les fonctions $u - \mathrm{U}$, $v - \mathrm{V}$ doivent dépendre tout au plus, la première de y, la seconde de x. L'annulation du troisième donne ensuite une équation, dont deux différentiations consécutives, effectuées, l'une par rapport à x, l'autre par rapport à y, déduisent la condition $\mathrm{C}' - \mathrm{C} = 0$.

Cette même équation, ainsi simplifiée, signifie alors que les deux dérivées respectives de $u - \mathrm{U}$ en y et de $v - \mathrm{V}$ en x se réduisent, au signe près, à une constante unique, qui égale zéro puisque la dérivée de v par rapport à x s'annule à l'origine ainsi que celle de V [d'après (3)]. Les deux quantités $u - \mathrm{U}$, $v - \mathrm{V}$ étant constantes, et par suite nulles en tous les points comme elles le sont à l'origine, on voit que l'équation générale $\Delta = 0$ revient à prendre à la fois $\mathrm{C}' = \mathrm{C}$, $u = \mathrm{U}$, $v = \mathrm{V}$. Il ne reste d'arbitraires, pour caractériser la déformation produite, que deux des paramètres r', s', t', c'est-à-dire l'orientation des sections principales de la portion considérée de membrane et la courbure de l'une d'elles. Quant à la courbure de l'autre section principale, son produit par celle de la première est constant et égal à C.

» Ainsi se trouve démontrée bien simplement la propriété fondamentale connue des surfaces transformables par simple flexion les unes dans les autres, propriété découverte, comme on sait, par Gauss, dans son énoncé général, mais utilisée de temps immémorial dans les arts en ce qui concerne les surfaces réglées développables. M. Maurice Levy en a signalé récemment une application industrielle à des surfaces dont on accroît une des deux courbures principales aux dépens de l'autre (*Comptes rendus*, 14 janvier 1878, p. 111). »

PHYSIQUE. — *Mesures actinométriques relevées en Algérie pendant l'été de 1877.* Note de M. J. Violle.

« L'intensité calorifique de la radiation que nous envoie le Soleil et la perte de chaleur qu'éprouvent les rayons solaires en traversant notre atmosphère peuvent s'évaluer de deux manières différentes : par des observations *simultanées* à des hauteurs différentes et par une série de mesures *successives* dans le cours d'une même journée. Après avoir employé pendant plusieurs années la première méthode, il m'a paru important d'expérimenter aussi avec mon actinomètre le second procédé, qui a été le plus généralement suivi depuis Pouillet.

» J'ai cherché avant tout à me placer dans les conditions météorologiques nécessaires à un légitime emploi de la méthode. Ces conditions, je crois les avoir complétement trouvées à Laghouat (466 kilomètres au sud d'Alger) : sous ce climat saharien, l'air très-sec s'est montré contenir constamment la même quantité de vapeur d'eau à toute heure du jour. On

peut donc ici logiquement compter sur cette permanence des conditions atmosphériques sans laquelle les mesures de chaleur solaire échappent à tout calcul.

» Pour ces mesures, j'ai procédé exactement comme il y a deux ans au sommet du mont Blanc (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 662, 729 et 896). Chaque détermination comprend deux séries de nombres correspondant les uns à la période d'échauffement, les autres à la période de refroidissement : l'excès stationnaire θ et le coefficient de refroidissement m sont déterminés l'un et l'autre par l'ensemble de tous ces nombres. Toutes les observations d'une même suite concourent ainsi à la mesure de cette quantité, $m\theta = \tau$, qui représente l'action du Soleil dégagée des effets incessants du refroidissement. En la multipliant par la valeur en eau de la boule du thermomètre et en divisant par la section de cette boule, on obtient la quantité de chaleur q reçue en une minute par 1 centimètre carré de surface normale aux rayons.

» J'ai eu ainsi à Laghouat (altitude 750 mètres), les 12 et 13 juillet 1877 :

Heures	Épaisseurs atmosphériques.	θ	m	$\tau = m\theta$	q	q_1	Δ	q_2	Δ
h m		°		°					
7. 4 mat.....	2,45	10,1	0,37	3,74	1,36	1,33	−0,03	1,37	+0,01
8.21 »	1,55	11,7	0,385	4,50	1,64	1,64	0	1,64	0
3.21 soir.....	1,44	11,2	0,41	4,59	1,68	1,69	+0,01	1,68	0
9.39 mat.....	1,20	12,6	0,39	4,91	1,79	1,79	0	1,78	−0,01
10.33 »	1,09	12,6	0,40	5,04	1,84	1,84	0	1,82	−0,02
11.56 »	1,02	12,4	0,41	5,08	1,86	1,87	+0,01	1,86	0

» Les valeurs de q observées se représentent à peu près également bien par la formule de Pouillet

$$q = ap^{\varepsilon}$$

ou par la formule de Forbes, qui ne fait porter l'absorption que sur la partie obscure σ de la radiation

$$q = l + \sigma p^{\varepsilon}\ (^1),$$

comme le montrent les nombres q_1 et q_2 calculés d'après les formules

$$q_1 = 2{,}40 . 0{,}79^{\varepsilon} \quad \text{et} \quad q_2 = 0{,}75 + 1{,}67\left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon}.$$

(1) M. Radau a remarqué que le coefficient de transparence pour les rayons obscurs est généralement peu différent de $\frac{2}{3}$, de sorte que la formule de Forbes peut simplement s'écrire, dans la plupart des cas,

$$q = l + \sigma\left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon}.$$

» Ces deux formules donnent, pour la constante solaire, les nombres 2,40 et 2,42, sensiblement égaux, mais inférieurs tous deux au nombre 2,54 que j'ai trouvé au sommet du mont Blanc, en 1875. C'est qu'au mont Blanc la masse d'air traversée était réduite à moitié, les poussières nulles et la tension de la vapeur d'eau à peine égale à 1 millimètre. On pouvait donc atteindre certaines radiations qui échappent plus bas, étant complétement absorbées par l'atmosphère avant d'arriver au niveau du sol. Cette extinction des radiations les moins réfrangibles apparaît nettement sur les nombres successifs d'une même journée : la valeur de a calculée pour les deux premières observations seules de Laghouat, c'est-à-dire pour une épaisseur $\varepsilon = 2$, serait 2,27.

» Le 17 juin 1877, j'ai effectué auprès de Khanga (107 kilomètres est de Biskra), au Tagraït (altitude 993 mètres) une autre série de mesures que résume le tableau suivant :

Heures.	Épaisseurs. ε	θ	m	τ	q	q_1	Δ	q_2	Δ
6h13m matin..	3,68	9,0	0,380	3,42	1,24	1,20	−0,04	1,26	+0,02
7.31 »	1,94	11,1	0,384	4,26	1,56	1,59	+0,03	1,57	+0,01
4.22 soir....	1,87	11,0	0,398	4,38	1,60	1,60	0	1,59	−0,01
9.06 matin..	1,30	12,1	0,396	4,79	1,75	1,75	0	1,75	0
2.45 soir....	1,27	12,0	0,398	4,80	1,75	1,75	0	1,76	+0,01
10.30 matin..	1,09	12,65	0,394	4,98	1,82	1,82	0	1,82	0
midi 49 soir....	1,05	12,5	0,402	5,03	1,84	1,83	−0,01	1,84	0
11.55 matin..	1,02	12,8	0,399	5,11	1,86	1,85	−0,01	1,85	−0,01

» Les nombres des colonnes q_1 et q_2 sont calculés par les formules

$$q_1 = 2,17 \cdot 0,851^{\varepsilon} \quad \text{et} \quad q_2 = 0,96 + 1,34\left(\frac{2}{3}\right)^{\varepsilon}.$$

L'extinction complète de certains rayons par des couches d'air un peu épaisses est encore plus nette qu'à Laghouat ; car, pour des épaisseurs d'air 3, 2 et 1, on trouve ici a égal à 1,95, 2,20 et 2,40.

» En même temps que j'observais au Tagraït, le sergent du génie Lemaire relevait, à 740 mètres au-dessous de moi, l'observation :

$9^{h}13^{m}$ matin.. $\varepsilon = 1,28$, $\theta = 10°,65$, $m = 0,41$, $\tau = 4,39$, $q = 1,60$.

Nous avons donc :

$$\varepsilon = 1,28 \left\{ \begin{array}{ll} \text{Station inférieure (Khanga)....} & q = 1,60 \\ \text{Station supérieure (Tagraït)....} & q' = 1,75 \end{array} \right\} \frac{q}{q'} = 0,914.$$

Or, à $9^{h}13^{m}$, on avait, à Khanga, $f = 9^{mm},6$ et au Tagraït $f = 6^{mm},6$; en prenant $8^{mm},1$ pour tension moyenne de la vapeur d'eau dans la couche

séparant les deux stations et appliquant la formule

$$\text{(A)} \qquad \tau = ap\,\frac{H+(Z-z)Kf}{760}\,\varepsilon,$$

que j'ai donnée dans un précédent Mémoire, on trouve pour le rapport des intensités de la radiation solaire dans la plaine et sur la montagne 0,915.

» En résumé, ces mesures confirment entièrement mes premières conclusions et montrent nettement en outre l'avantage des observations en montagne. Les forts que l'on construit actuellement autour de Grenoble me donneront bientôt, je l'espère, le moyen d'avoir des observations simultanées suivies à de grandes différences de niveau et, par conséquent, de préciser plus exactement encore le rôle des divers agents d'absorption calorifique dans l'air. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction astronomique*. Note de M. **J. Makarevitsch.**

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie la solution analytique du problème sur la réfraction astronomique, sans avoir besoin d'émettre aucune hypothèse préalable sur la constitution de l'atmosphère.

» Les formules fondamentales sont

$$\operatorname{sn} i = \frac{\mu_0}{\mu}\,\frac{\operatorname{sn} z}{1+h},$$

$$dr = -\frac{\mu_0\,d\mu}{\mu^2}\,\frac{\operatorname{sn} z}{\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\operatorname{sn} z\right)^2}} = \frac{d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)\operatorname{sn} z}{\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\operatorname{sn} z\right)^2}}.$$

Si s est le chemin d'un rayon lumineux dans l'atmosphère, on a

$$\text{(o)} \qquad ds = \frac{dh}{\cos i} = \frac{(1+h)\,dh}{\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\operatorname{sn} z\right)^2}}$$

et

$$dr = \frac{\operatorname{sn} z}{1+h}\,\frac{d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)}{dh}\,ds;$$

d'où

$$r = \operatorname{sn} z \int_0^H \left[\frac{1}{1+h}\,\frac{d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)}{dh}\right] ds \;\ldots,$$

H étant la hauteur de l'atmosphère.

Mais, comme la fonction $\frac{1}{1+h}\frac{d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)}{dh}$ conserve le même signe (évidemment +), quand h varie de $h=0$ à $h=\mathrm{H}$, on aura évidemment

$$r = a\,\mathrm{sn}\,z\int_0^{\mathrm{H}} ds$$

ou

(1) $$r = as\,\mathrm{sn}\,z,$$

a désignant une quantité comprise entre la plus grande et la plus petite des valeurs que prend $\frac{1}{1+h}\frac{d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)}{dh}$ quand h varie de zéro à H. Donc a est un coefficient météorologique. Or,

$$d\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2} = \frac{(1+h)\,dh\frac{\mu_0}{\mu}\,d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)\mathrm{sn}^2 z}{\sqrt{(1+h)\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}},$$

d'où

$$\frac{(1+h)\,dh}{\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}} = d\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2} + \frac{\frac{\mu_0}{\mu}\,d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)\mathrm{sn}^2 z}{\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}};$$

donc (o)

$$s = \left[\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}\right]_0^{\mathrm{H}} + \mathrm{sn}\,z\int_0^{\mathrm{H}}\frac{\frac{\mu_0}{\mu}\,d\left(\frac{\mu_0}{\mu}\right)\mathrm{sn}\,z}{\sqrt{(+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}},$$

et

$$s = \left[\sqrt{(1+h)^2-\left(\frac{\mu_0}{\mu}\,\mathrm{sn}\,z\right)^2}\right]_0^{\mathrm{H}} + \mathrm{sn}\,z\int_0^{\mathrm{H}}\frac{\mu_0}{\mu}\,dr,$$

ou enfin

(2) $$s = \sqrt{(1+\mathrm{H})^2-\mu_0^2\,\mathrm{sn}^2 z} - \cos z + c.r\,\mathrm{sn}\,z\ldots,$$

$\frac{\mu_0}{\mu}$ conservant, pour la même raison, le signe +.

» c est le deuxième coefficient météorologique.

» Les équations (1) et (2) deviennent

(3) $$r = a\,\mathrm{sn}\,z\,\frac{\sqrt{(1+\mathrm{H})^2-\mu_0^2\,\mathrm{sn}^2 z}-\cos z}{1-ac\,\mathrm{sn}^2 z}$$

ou

$$(4) \qquad r = \operatorname{sn} z \frac{\sqrt{m^2 + \mu_0^2 \cos^2 z} - \cos z}{b + c.\cos^2 z},$$

en posant $m^2 = (1 + \mathrm{H})^2 - \mu_0^2$, $b = \frac{1}{a} - c$, ou enfin

$$(5) \quad r = \mathrm{R} \operatorname{sn} z \cos^2 \varphi \left[\operatorname{séc} u - \frac{\cos z}{m}\right], \quad \operatorname{tang} u = \frac{\mu_0 \cos z}{m}, \quad \operatorname{tang} \varphi = \sqrt{\frac{c}{b}} \cos z$$

(par le calcul logarithmique). R est la réfraction horizontale.

» Pour $z = 90°$,

$$\mathrm{R} = \frac{m}{b} = \frac{a}{1 - ac} \sqrt{(1 + \mathrm{H})^2 - \mu^2}.$$

» Je trouve approximativement, pour $c = 1$,

$$\mathrm{R} = 2106'',$$

$$\left.\begin{aligned} \log m &= \bar{2},6825963 \\ \log b &= 0,6735630 \\ \log \mu_0 &= 0,0002605 \end{aligned}\right\} \mathrm{H} = 22^{\mathrm{km}}.$$

» L'exactitude de ma formule est approximativement de 1 seconde auprès de l'horizontale.

» Enfin, de ma formule il est possible de tirer toutes les formules connues jusqu'à présent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés physiques et sur la chaleur spécifique de glucinium.* Note de MM. **L.-F. Nilson** et **Otto Pettersson**, présentée par M. Berthelot.

« Dans ses sels, le glucinium présente certaines analogies avec les éléments du groupe de l'aluminium, certaines avec les métaux du groupe du magnésium; mais on cherchera en vain à en tirer une preuve décisive pour l'atomicité vraie du métal. La solution de cette question dépend ainsi de la détermination de la chaleur spécifique du métal même.

» La préparation du glucinium est entourée de grandes difficultés. Tous nos efforts pour isoler le métal de sa combinaison avec le chlore par la voie électrique ont complétement échoué. Alors il ne nous resta d'autre ressource, pour isoler cet élément, que celle déjà adoptée par MM. Wöhler et Debray, au moyen de l'action réductrice que le potassium ou le sodium exerce sur son chlorure.

» Nous avons imaginé un procédé nouveau pour lequel nous avons réussi à obtenir de grandes quantités de glucinium cristallisé. L'observation que le fer ne fut pas attaqué par le chlorure de glucinium ou par le sodium nous a conduits à préparer le glucinium dans un vase de ce métal. Dans un cylindre [1] massif de fer doux on creusa un trou [2], qu'on pouvait fermer presque hermétiquement par une grosse vis de pression, et dans ce creuset on introduisit ensuite des quantités convenables de chlorure et de sodium débarrassé de son huile de naphte. Ensuite le creuset fut fermé et chauffé au rouge dans un fourneau.

» La réaction se fait complétement dans ces circonstances favorables. L'opération terminée et le creuset refroidi, on trouve à la place du chloride et du sodium une matière composée de sel marin et de glucinium. Après le lavage de cette masse à l'eau, le métal réduit reste en paillettes brillantes ou en dendrites cristallisées ou quelquefois en petits globules.

» Le glucinium ainsi préparé est un métal grisâtre, couleur d'acier ou d'étain, et très-léger. Sa densité est égale à 1,901 à zéro C. Il est dur et offre une grande tendance à cristalliser. Fondu en globules, le métal se casse sous le marteau ; il n'entre pas en fusion à la température où le sel marin se volatilise facilement. Il n'éprouve aucune altération dans l'air. Exposé à une température élevée dans un courant d'oxygène, il est inaltérable au rouge. La vapeur de soufre est sans action sur lui. Dans la flamme oxydante de la lampe, le métal se recouvre d'une couche d'oxyde sans donner lieu à un phénomène d'ignition. Il n'agit sur l'eau ni à la température ordinaire ni à chaud. L'acide chlorhydrique, l'acide sulfhydrique, ainsi que l'hydrate de potasse ou de soude, sont décomposés par le glucinium; il se dégage de l'hydrogène très-vivement à chaud ; l'acide azotique l'attaque plus lentement. Le métal donne ainsi un résidu fort petit et insoluble qui consiste en acide silicique. Il contient d'ailleurs un peu de fer et de glucine.

» L'analyse du métal nous donne les résultats suivants :

Acide silicique	0,99
Fer	2,08
Glucine	9,99
Glucinium	86,94
	100,00

(1) Diamètre, 70 millimètres.

(2) Diamètre, 35 millimètres; profondeur, 110 millimètres.

» La densité de ce métal impur a été trouvée égale à 1,9101. Sa composition connue, on peut calculer la densité du glucinium pur; elle serait égale à 1,64 (la densité de la silice est 2, celle du fer 7,5, celle de la glucine 3,0).

» Cette partie de nos recherches était achevée au commencement de la dernière année, mais il restait encore la détermination de la chaleur spécifique que nous nous proposions de faire avec le calorimètre à glace de M. Bunsen. Ici nous avons rencontré des difficultés peu attendues. Le célèbre expérimentateur entoure son calorimètre avec de la neige pure; mais, en opérant ainsi, nous n'avons jamais réussi à obtenir des résultats sûrs. La petite colonne de mercure oscillait d'une manière qui permettait à peine des observations approximatives, nullement des mesures exactes. La cause de cette instabilité est évidente. La neige a rarement la température + 0, et l'instrument, entouré d'un milieu pareil, n'atteint pas la température nécessaire pour son équilibre. MM. Schüller et Wartha ont proposé de plonger le calorimètre dans de l'eau à + 0 au lieu de neige. Nous avons adopté leur thermostat, mais pour le reste conservé sans altération la méthode de M. Bunsen; avec cette modification l'instrument permet des mesures très-exactes.

» Le métal réduit contenant environ 10 pour 100 de glucine, il était nécessaire de connaître la chaleur spécifique exacte de la glucine. M. Hermann l'a trouvée égale à 0,2637. Cette détermination n'étant pas sûre, nous l'avons répétée au moyen du calorimètre à glace. On employa de la glucine pure et calcinée.

» *La chaleur spécifique de la glucine* a été ainsi trouvée, entre zéro et 100 degrés C., égale à 0,2471.

» Les chaleurs spécifiques de la silice et du fer ayant été exactement déterminées par M. Regnault, nous avions ainsi toutes les valeurs nécessaires pour déterminer la chaleur spécifique de notre métal.

Chaleur spécifique du glucinium.

	Chaleur spécifique.	Chaleur atomique. $a = 0,2$	Chaleur atomique. $b = 13,8$
Expér. I	0,4112	3,78	5,68
» II	0,4146	3,81	5,72
» III	0,4012	3,61	5,54
» IV	0,4066	3,74	5,61
Moyenne.	0,4084	3,73	5,64

» La Chimie ayant réformé toutes ses idées sur l'atomicité des corps simples, d'après la loi énoncée par MM. Dulong et Petit, il faut aussi en accepter les conséquences pour le glucinium. Cet élément devra dès lors être regardé comme analogue à l'aluminium. Son poids atomique sera

$$Be = 13,8$$

et son oxyde aura la formule

$$Be^2O^3,$$

conformément à l'opinion toujours soutenue par Berzelius. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction particulière à certains alcools polyatomiques.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Berthelot.

« On a constaté, il y a déjà quelques années, qu'un mélange de mannite et de borax possédait le pouvoir rotatoire. Dans aucun des Mémoires publiés sur cette question, nous n'avons trouvé indiquées certaines réactions qui démontrent que ce phénomène n'est qu'un cas particulier de ce fait général : que tous les éthers de la mannite et de ses dérivés possèdent le pouvoir rotatoire.

» *Variation de la déviation angulaire.* — Quand on examine au polarimètre un mélange de deux dissolutions de mannite et de borax, la dissolution de mannite étant en proportion constante dans la dissolution et la quantité de borax étant proportionnelle au volume de dissolution saline ajoutée, qu'on opère en laissant varier le volume total ou en le laissant invariable, et qu'on représente graphiquement la marche du phénomène, les courbes représentatives présentent une inflexion pour le point correspondant à $\frac{1}{2}$ équivalent de borax pour 1 équivalent de mannite. A partir du point correspondant au mélange équivalent à équivalent, elles se rapprochent sensiblement des traces que donnerait le mélange d'un corps actif en proportion constante, et d'un corps inactif en proportions croissantes.

» *Réactions correspondantes.* — Quand on mélange des dissolutions concentrées de mannite et de borax, trois cas sont à examiner :

» 1° *On prend moins de $\frac{1}{2}$ équivalent de borax pour 1 équivalent de mannite.* Dans ce cas, le liquide présente une réaction très-fortement acide : le tournesol est fortement rougi. Quand la mannite est en très-grand excès, il faut, pour neutraliser la liqueur, une quantité de soude égale à celle que la liqueur renferme déjà. Cela exige que les dissolutions soient très-concentrées.

» Quand on évapore la solution acide à consistance sirupeuse, et qu'on traite par l'alcool, ce dissolvant enlève non-seulement de la mannite, mais encore de l'acide borique. Quand la mannite est en très-grand excès, on enlève au borax *à peu près* 1 équivalent d'acide borique. La proportion de mannite diminuant, la proportion d'acide borique enlevé diminue.

» Le mélange acide de mannite et de borax attaque les carbonates de chaux et baryte.

» 2° *On a en présence plus de $\frac{1}{2}$ équivalent de borax, mais moins de 1 équivalent pour 1 équivalent de mannite.* Pour $\frac{1}{2}$ équivalent de borax et 1 équivalent de mannite, le liquide est neutre, pour une proportion de borax supérieure à $\frac{1}{2}$ équivalent, la liqueur est basique; à ce mélange l'alcool n'enlève que de la mannite.

» 3° *Un équivalent ou plus d'un équivalent de borax pour un équivalent de mannite.* La réaction au tournesol d'un pareil mélange est fortement alcaline, l'alcool ne lui enlève rien. La quantité de borax supérieure à 1 équivalent cristallise séparément par évaporation. Il reste la combinaison équivalent à équivalent dans l'eau mère. Cette combinaison a déjà été étudiée par M. Bouchardat.

» *Remarque.* — Si l'on dilue le mélange acide de mannite et de borax, la liqueur, très-diluée, prend une réaction alcaline.

» Le biborate de baryte nous a donné des réactions analogues à celles du borax, ainsi que des déviations angulaires variant de la même façon. Ce sel, peu soluble dans l'eau, était employé tel quel, et se dissolvait très-rapidement dans la mannite.

» *Sels barytiques et calciques de combinaisons de mannitane et d'acide borique.* — Nous avons obtenu deux combinaisons. La première, dont la composition peut être représentée assez exactement par la formule

$$(C^{12}H^{12}O^{10}, 2BoO^3, BaO),$$

peut s'obtenir de deux manières : 1° par simple digestion du biborate de baryte avec une dissolution de mannite. Les proportions des corps employés doivent être voisines du rapport équivalent à équivalent. On précipite ensuite le composé formé par l'alcool. 2° En chauffant à 160 degrés un mélange d'acide borique hydraté en grand excès (plus d'un équivalent) et un équivalent de mannite, et opérant par digestion sur le carbonate de baryte et précipitation par l'alcool. On obtient ainsi un produit qui, desséché à 100 degrés, présente l'aspect d'une poudre cristalline.

» Si à sa dissolution dans l'eau on ajoute de la mannite, la liqueur de-

vient acide, attaque le carbonate de chaux. On obtient le deuxième composé

$$(C^{12}H^{12}O^{10}, C^{12}H^{14}O^{12}), \quad (BoO^3, CaO + BoO^3, BaO)$$

isolé par précipitation par l'alcool.

» *Action de la mannite sur une solution diluée d'acide borique.* — Si, à une pareille solution, diluée au point de ne plus rougir le papier de tournesol, on ajoute une solution concentrée de mannite, le tournesol vire au rouge pelure d'oignon, quand la proportion d'acide borique est supérieure à $\frac{1}{10000}$. A $\frac{1}{50000}$ la réaction est encore assez sensible. Les mêmes corps étant mis en présence et l'acide borique étant en proportion assez élevée (1 équivalent d'anhydride borique pour 15 à 16 équivalents de mannite), ou liqueur très-concentrée, il faut pour saturer la liqueur un équivalent de chaux. En solution étendue, il faudrait une quantité bien moindre.

» *Conclusions.* — De ce qui précède on peut déduire : 1° que, en présence de la mannite, l'acide borique forme des acides conjugués énergiques; 2° que, en présence d'un biborate alcalin ou alcalino-terreux un très-grand excès de cet alcool polyatomique enlève au biborate une partie de son acide borique, par suite de la tendance de cet acide à former avec la base un acide conjugué. L'eau dissocie ces combinaisons.

» *Réactions analogues.* — La glycérine, l'érythrite, la dextrose, la lévulose, les galactoses (α) et (β) nous ont donné des réactions du même ordre. Les deux premiers corps ne présentent pas le développement du pouvoir rotatoire. Leurs éthers ne l'ont pas.

» *Exception.* — Tous les corps ci-dessus appartiennent à la série des alcools polyatomiques de la série grasse.

» La quercite ne nous a donné aucune des réactions des corps de son ordre en présence du borax.

» Les polyglucosides ne nous ont donné aucune de ces réactions chimiques. Il se forme des composés analogues aux sucrates. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de séparation de l'arsenic des autres métaux.* Note de MM. **Ph. de Clermont** et **Frommel.**

« En nous occupant de la dissociation des hydrates de sulfures en présence de l'eau bouillante, question sur laquelle nous reviendrons sous peu, le cas particulier de l'arsenic nous a suggéré l'idée d'un nouveau procédé de séparation de l'arsenic des autres métaux, opération fort délicate,

comme on le sait. Cette méthode, d'une grande simplicité, s'applique soit à l'analyse qualitative, soit à l'analyse quantitative.

» En effet, un grand nombre d'hydrates de sulfures se dissocient à 100 degrés en hydrogène sulfuré d'un côté et en oxyde de l'autre ; or le sulfure d'arsenic est le seul qui donne un oxyde soluble, l'acide arsénieux. Si donc on soumet un mélange de sulfure d'arsenic et d'autres sulfures à l'ébullition, les sulfures seront tous oxydés et resteront insolubles dans l'eau, à l'exception de l'acide arsénieux, qu'il sera dès lors facile d'isoler.

» Pour un essai qualitatif, il convient d'opérer ainsi qu'il suit : on met le mélange des sulfures en suspension dans une certaine quantité d'eau, et l'on fait bouillir pendant quelque temps ; on retrouve immédiatement l'acide arsénieux dans le liquide filtré. La dissociation du sulfure d'arsenic est si rapide qu'il suffit de deux ou trois minutes d'ébullition pour trouver une quantité notable d'acide arsénieux.

» Lorsqu'il s'agit d'un dosage, il faut prendre quelques précautions qui sont indispensables.

» Supposons un mélange d'arsenic, d'antimoine et d'étain, on transforme le tout en sulfures, en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique, après avoir acidulé par l'acide chlorhydrique et par l'acide tartrique, s'il y a de l'antimoine. Lorsqu'on est certain que la totalité de la matière a été transformée en sulfure, on laisse reposer dans un endroit chaud jusqu'à ce qu'on ne sente plus l'odeur de l'acide sulfhydrique, et l'on jette le tout sur un filtre. Le lavage doit être fait avec beaucoup de soin, car la plus petite quantité d'acide chlorhydrique restant dans le précipité occasionnerait une perte d'arsenic, qui se volatiliserait sous la forme de chlorure. Le précipité complétement lavé est placé avec le filtre dans un ballon rempli d'eau, et est porté à l'ébullition. On a constaté que la réaction est beaucoup plus rapide dans un appareil distillatoire ; cela tient, sans doute, à ce que la tension de dissociation est plus considérable dans la vapeur d'eau que dans l'air, et à ce que l'hydrogène sulfuré se dissolvant rapidement dans l'eau condensée permet à une nouvelle quantité de se produire. On peut accélérer encore la décomposition en faisant passer dans l'appareil un courant d'air qui entraîne l'acide sulfhydrique à mesure qu'il se dégage. On a reconnu que, pour une quantité d'arsenic ne dépassant pas 2 décigrammes, la distillation de 500 à 600 centimètres cubes d'eau suffit à la dissociation complète du sulfure.

» On filtre le résidu et, dans le liquide filtré, se trouve la quantité intégrale d'acide arsénieux, qu'on dose alors par un des procédés connus. Sur

le filtre restent les sulfures non décomposés et les oxydes qui ont pris naissance. Ce procédé permet la séparation de l'arsenic de tous les autres métaux.

» Différents essais faits avec des sulfures d'étain, d'antimoine, d'or, de fer, etc., ont démontré la rigueur de cette méthode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mélilotol.* Note de M. T.-L. PHIPSON.

« Il y a plusieurs années déjà que j'ai voulu déterminer la quantité de coumarine que l'on pourrait retirer toute formée du *Melilotus officinalis*, qui croît en abondance dans quelques-unes de nos provinces méridionales, surtout près de Weymouth, et qui pendant sa floraison la plus complète, vers le milieu du mois d'août, près de la côte maritime, possède un parfum des plus suaves. A cette occasion j'ai découvert une nouvelle substance, le mélilotol, qui présente certaines analogies avec le salicylol (acide salicyleux) et avec la coumarine tout à la fois, et dont j'ai fait mention, pour la première fois, en 1875 (*Chemical News*, vol. XXXII, p. 25). Je demande la permission d'appeler l'attention de l'Académie sur quelques propriétés de cette substance.

» Le mélilotol est un produit huileux que j'ai obtenu en soumettant à la distillation avec de l'eau le *Melilotus officinalis* préalablement desséché à la température ordinaire de l'été, puis en traitant l'eau distillée par l'éther, qui dissout la substance en question et l'abandonne dans un grand état de pureté par l'évaporation. La plante fut cueillie en pleine floraison au mois d'août, et le produit obtenu en distillant ensemble les tiges, feuilles et fleurs, pesait environ 0,2 pour 100 de la plante séchée à la température ordinaire. Le mélilotol ainsi obtenu est une substance huileuse un peu brunâtre et possédant une réaction acide, très-peu soluble dans l'eau, à laquelle elle communique une odeur très-agréable, qui pendant une distillation se diffuse au loin dans le laboratoire. Il est plus dense que l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther et se transforme, sous l'influence de la potasse, en acide mélilotique. Le mélilotol possède une odeur extrêmement agréable, qui n'est pas précisément celle de la coumarine ou de la fève de Tonka, mais bien celle du foin récemment coupé ou de l'*Anthoxanthum odoratum*.

» C'est évidemment au mélilotol, et non pas à la coumarine, que sont dues l'odeur du foin et celle du mélilot. En faisant bouillir le mélilotol avec une solution concentrée de potasse, il fournit beaucoup d'acide mélilotique,

tandis qu'il se dégage une légère odeur d'huile d'amandes amères. Une analyse du mélilotol m'a donné des chiffres qui conduisent assez exactement à la formule

$$C^{18}H^{8}O^{5},$$

tandis que celle de la coumarine est $C^{18}H^{6}O^{4}$.

» Je ne nie pas que la coumarine puisse exister aussi, toute formée, dans le mélilot; mais j'affirme que l'odeur suave de cette plante est due au mélilotol. Celui-ci est accompagné, dans la plante, d'acide mélilotique ($C^{18}, H^{10}O^{6}$); et, en préparant cet acide par le procédé donné par Zwenger, qui l'a découvert en 1863, on trouve toujours une certaine quantité de l'huile en question, qui l'accompagne et dont il est assez difficile de le séparer entièrement.

» Le mélilotol diffère de la coumarine d'abord par sa composition, ensuite par sa réaction acide au tournesol, par son odeur et en ce qu'il ne cristallise pas de sa solution alcoolique. Il diffère de l'acide mélilotique par son odeur (celle de l'acide étant très-faible), par sa composition et par l'absence de cristallisation, etc. Il est probable que dans le mélilot c'est la coumarine qui se forme d'abord, et celle-ci, sous l'influence de l'hydrogène naissant, se transforme en mélilotol qui, à son tour, prend 2 équivalents d'eau pour donner de l'acide mélilotique :

$$\underbrace{C^{18}H^{6}O^{4}}_{\text{Coumarine.}} + 2H = \underbrace{C^{18}H^{8}O^{6}}_{\text{Mélilotol.}}$$

$$C^{18}H^{8}O^{4} + 2HO = \underbrace{C^{18}H^{10}O^{6}}_{\text{Acide mélilotique.}}$$

» Si l'on traite la coumarine par l'hydrogène naissant (amalgame de sodium), on obtient l'acide mélilotique; dans ce cas, la réaction ne s'arrête pas au mélilotol : ce produit prend les deux équivalents d'eau à mesure qu'il se forme.

» Le fait est qu'au mois d'août la plante fournit beaucoup plus de mélilotol et d'acide mélilotique que de coumarine.

» Le mélilotol est donc une nouvelle substance appartenant à l'importante série aromatique, et dont l'étude, plus approfondie, fournira sans doute des faits nouveaux et intéressants. »

PHYSIOLOGIE. — *Téléphone employé comme galvanoscope.* Note de M. d'Arsonval, présentée par M. Berthelot.

« Le téléphone est un instrument d'une sensibilité exquise. J'ai été amené à le comparer avec le nerf qui est considéré comme le réactif le plus sensible de l'électricité, depuis les célèbres expériences de Galvani. Il résulte de ces expériences que le téléphone le plus mal construit est au moins cent fois plus sensible que le nerf pour déceler de faibles variations électriques.

» Voici en quoi consiste l'expérience :

» Je prépare une grenouille à la manière de Galvani. Je prends l'appareil d'induction de Siemens et Halske, usité en Physiologie sous le nom d'*appareil à chariot*; j'excite avec la pince ordinaire le nerf sciatique et j'éloigne la bobine induite jusqu'à ce que le nerf ne réponde plus à l'excitation électrique. Je remplace alors le nerf par le téléphone, et le courant induit qui n'excitait plus le nerf *fait vibrer avec force le téléphone.* J'éloigne la bobine induite, et le téléphone vibre toujours.

» Dans le silence de la nuit j'ai pu entendre vibrer le téléphone en éloignant la bobine induite à une distance quinze fois plus grande que celle du minimum d'excitation du nerf; par conséquent, si l'on admet pour l'induction, comme pour les actions à distance, la loi des carrés inverses, on voit que dans cette circonstance le téléphone, cet instrument d'une si grande simplicité, est au moins deux cents fois plus sensible que le nerf.

» J'ajoute que l'emploi de ces faibles courants d'induction est très-commode pour régler le téléphone; on recule ou l'on avance l'aimant jusqu'à ce que la vibration entendue soit maximum.

» Nous possédons dans le téléphone un instrument d'une sensibilité exquise. Il est, comme on le voit, beaucoup plus sensible que la patte galvanoscopique. J'ai songé à en faire un galvanoscope. On n'étudie que très-difficilement les courants musculaires et nerveux avec le galvanomètre de 30 000 tours de du Bois-Raymond, parce que l'appareil manque d'instantanéité et que l'aiguille, à cause de son inertie, ne peut manifester de variations électriques se succédant rapidement, comme celles qui ont lieu par exemple dans le muscle lorsqu'on le tétanise. Cet inconvénient n'existe plus avec le téléphone, qui répond toujours par une vibration à un changement électrique, quelque rapide qu'il soit. C'est donc un excellent instrument pour étudier le tétanos électrique du muscle. On peut être

sûr d'avance que le courant musculaire excitera le téléphone, puisque ce courant excite le nerf qui est moins sensible que le téléphone. L'instrument nécessite pour cela quelques dispositions spéciales; j'ai entrepris par ce moyen une série d'expériences sur l'électricité animale, qui feront l'objet de Communications subséquentes.

» Le téléphone ne peut servir qu'à constater les variations d'un courant électrique, quelques faibles qu'elles soient il est vrai; j'ai trouvé le moyen de constater, par son intermédiaire, la présence d'un courant continu, quelque faible qu'il puisse être. J'y ai réussi en employant un artifice très-simple. Je lance dans le téléphone le courant supposé, et, pour obtenir des variations, j'interromps mécaniquement ce courant par un diapason. *Si aucun courant ne traverse le téléphone, l'instrument reste muet, si au contraire le plus faible courant existe, le téléphone vibre à l'unisson du diapason.*

» Des courants hydro-électriques ou thermo-électriques très-faibles peuvent ainsi être constatés en employant une disposition spéciale de l'instrument pour chaque cas.

» D'après ce qui précède, on voit donc que le téléphone est de tous les galvanoscopes le plus sensible pour déceler la présence, soit de faibles variations électriques, soit de faibles courants continus, en se servant de l'artifice que j'indique.

» Je ne doute pas que son emploi ne fournisse des résultats intéressants dans l'étude de l'électricité animale que je vais étudier par ce moyen nouveau. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du charbon chez le cheval et le chien. Action phlogogène du sang charbonneux.* Note de **M. H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Lorsque la mort survient, chez le cheval, à la suite de l'inoculation des bactéridies ou de l'injection intra-vasculaire de sang charbonneux, elle a toujours pour cause initiale les bactéridies, mais cependant les lésions peuvent varier d'un sujet à un autre.

» Dans un cas, j'ai obtenu, sur un vieux cheval, des lésions identiques à celles que j'ai décrites à propos du lapin et du mouton, c'est-à-dire l'oblitération des capillaires ; mais j'ai rencontré, de plus, une vive inflammation de l'intestin, de l'épiploon, et une péritonite aiguë, avec épanchement sanguin sous-péritonéal, suffusions sanguines dans les parois du cœur. Ces

lésions, qui seront interprétées plus loin, ont donné lieu à de vives souffrances et ont certainement avancé la mort de plusieurs heures.

» Un deuxième sujet, âne vieux, à qui j'avais injecté sept à huit gouttes de sang dans une coronaire labiale, a présenté les lésions du tissu conjonctif à un degré beaucoup plus grave : grand nombre de suffusions sanguines; tous les lymphatiques de l'intestin, et surtout du cœcum et du colon sont extrêmement distendus, péritonite sur-aiguë, épiploon noir renfermant de distance en distance des caillots sanguins, péricardite intense, larges ecchymoses du cœur. Le liquide de la péritonite renferme d'immenses quantités de bactéridies, ainsi que les lymphatiques engorgés et les ganglions situés sur leur trajet; on en trouve de véritables monceaux dans le tissu conjonctif avoisinant les ecchymoses. Le sang n'en montre qu'en petite quantité, les capillaires oblitérés sont rares.

» Dans les deux cas où j'ai pu amener la mort de chiens adultes par l'injection dans la saphène de quinze gouttes de sang de lapin, les lésions ont été identiques. Ces chiens n'ont présenté à l'autopsie qu'une inflammation intestinale peu intense, mais les désordres du cœur ont été d'une extrême gravité. Les ventricules et la cloison sont le siége de larges ecchymoses; on peut évaluer au $\frac{1}{5}$ des fibres totales du cœur celles qui ont subi la dégénérescence graisseuse. Dans les deux cas, il y avait une péricardite sur-aiguë avec globules rouges et de très-nombreuses et de très-longues bactéridies dans la sérosité. Les parasites étaient en petit nombre dans le sang.

» Les lésions dominantes chez l'âne et chez les deux chiens sont donc l'inflammation des vaisseaux et leur rupture consécutive. Ces désordres se sont également rencontrés chez le mouton et chez le cheval, mais à un degré beaucoup moindre. Je n'ai trouvé qu'une seule fois, sur plus de cent cas, de ruptures vasculaires nombreuses et considérables chez le lapin.

» L'inoculation, les injections sous-cutanées et intra-vasculaires de sang charbonneux ne donnent cependant pas toujours lieu au charbon généralisé. Un âne vieux a résisté à des tentatives de cette nature plusieurs fois répétées. J'ai échoué également sur des chiens; enfin je n'ai pas réussi une seule fois à communiquer le charbon à des porcs de trois à quatre mois, quelque moyen que j'aie employé. Mais, si ces animaux ne meurent pas du charbon, les lésions locales que l'on provoque offrent néanmoins le plus grand intérêt, en ce qu'elles mettent en lumière une propriété des bactéridies qui nous permet d'expliquer les phénomènes inflammatoires que nous venons de constater chez divers sujets.

» Les effets locaux dus aux bactéridies me paraissent résulter de la pré-

sence d'une matière soluble, sécrétée ou excrétée par les parasites (diastase?) et qui jouit à un haut degré, variable néanmoins suivant les espèces qui ont nourri les bactéridies, de propriétés phlogogènes, bien mises en lumière par les expériences suivantes:

» 1° A deux porcelets je fais à la face interne de la cuisse des piqûres avec du sang de lapin chargé de bactéridies. Les jours suivants, pustules aux points d'inoculation, ganglions inguinaux tuméfiés, douloureux, leucocytose légère; les pustules contiennent des bactéridies, puis elles finissent par s'abcéder et guérissent en sept à huit jours; le ganglion reste volumineux. Un mois après, l'un des porcs est tué, et le ganglion montre un abcès dont une partie du pus a déjà subi la transformation crétacée.

» Un autre porc traité de la même façon est tué trente heures après l'inoculation. Les ganglions inguinaux et sous-lombaires sont rouges, tuméfiés, mais ne montrent pas de bactéridies. L'inoculation de la pulpe à un lapin ne donne pas de résultat.

» 2° Ane réfractaire à deux injections intra-veineuses. On fait successivement plusieurs injections sous-cutanées ou inoculations avec du sang de lapin charbonneux : inflammations aux points inoculés, œdème périphérique, tuméfaction des ganglions, enfin abcès dont on favorise l'ouverture par un coup de bistouri, pus de bonne nature.

» A ce même âne j'injecte à la face interne de la jambe trois gouttes de sang de mouton charbonneux: le lendemain la température est montée de 37°,3 à 39 degrés; le surlendemain, œdème considérable, douloureux, symptômes généraux graves, frissons intenses, température à 40°,1; 70 pulsations intermittentes, 10 à 15 globules blancs pour 100 rouges; granulations nombreuses dans le sang; les symptômes s'amendent les jours suivants, un abcès se forme et l'animal est complétement guéri en sept jours.

» 3° Chez des chiens réfractaires, en employant les mêmes procédés, j'obtiens constamment un œdème considérable, le plus souvent une inflammation des ganglions lymphatiques; une fois même il s'est produit un abcès énorme qui a entraîné la mort. Avec le sang d'un chien charbonneux, j'ai provoqué chez un autre chien un abcès considérable qui s'est ouvert spontanément au moment où les symptômes étaient assez graves pour qu'on crût le chien perdu.

» Dans toutes ces expériences le sang était recueilli et injecté frais. Des injections comparatives de sang sain n'ont jamais produit la moindre inflammation.

» 4° Pour faire plus exactement encore la part des bactéridies et de leurs

excreta, j'ai filtré du sang charbonneux et j'ai injecté le produit de la filtration. Cette expérience n'a donné qu'une inflammation légère, tout à fait locale. L'inoculation ou l'injection de bactéridies cultivées par la méthode de M. Pasteur a donné lieu au même phénomène inflammatoire que le sang charbonneux. La différence dans ces deux expériences tient à ce que les bactéridies ont vécu un certain temps sur place et se sont multipliées en produisant une certaine quantité de matière phlogogène.

» Il me semble donc résulter de ces expériences qu'à côté de la bactéridie il se trouve une substance douée de propriétés phlogogènes intenses, et dont il doit être tenu un grand compte dans l'interprétation des lésions de la maladie charbonneuse.

» Ces expériences démontrent aussi que la matière phlogogène est plus ou moins active suivant les sujets d'où proviennent les bactéridies. Les animaux que j'ai étudiés peuvent se ranger dans l'ordre suivant : lapin, cobaye, mouton, âne, cheval et chien ; c'est dans cet ordre que se rangent les lésions inflammatoires dans le charbon et celles qui sont provoquées par les injections sous-cutanées chez les animaux réfractaires. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'époque de formation du cloaque chez l'embryon du poulet*. Note de M. CADIAT, présentée par M. Ch. Robin.

« Déterminer avec plus d'exactitude qu'on ne l'a fait jusqu'ici l'époque à laquelle se forme ce que la plupart des embryologistes appellent l'*anus* et que nous appellerons le *cloaque* (ou si l'on veut la cavité commune de l'intestin postérieur et des voies urinaires et génitales), tel est le but de ce travail. Les phénomènes de formation qui se passent du deuxième au troisième jour chez le poulet sont tellement rapides, qu'il est très-difficile d'en suivre l'enchaînement. Or, chaque phénomène étant la conséquence ou la cause de celui qui le précède ou le suit immédiatement, il importe de préciser le rang qui appartient à chacun, question encore obscure. Les conduits qui prennent part à leur constitution (conduits de Wolff, de Müller : les uretères viennent tous se rendre dans ce cloaque.

» Les connexions exactes de ces parties entre elles sont fixées par la détermination de l'époque à laquelle l'allantoïde et l'intestin s'ouvrent au dehors par le conduit cloacal.

» Il est généralement admis qu'à l'époque où l'allantoïde est formée et se trouve en communication directe avec l'intestin postérieur (et se

présente par conséquent sous l'aspect d'un diverticule de cette partie du tube digestif) l'ectoderme vient se mettre en rapport avec l'endoderme tapissant ces deux cavités au niveau de leur surface de jonction en formant un bourgeon épithélial qui se creusera plus tard pour donner l'anus. Pour nous, ce serait le cloaque tout entier. La plupart des embryologistes ont considéré cette jonction de ces deux feuillets comme se faisant à une époque tardive. Förster et Balfour la mettent au cinquième jour [1]. Mais c'est bien plutôt par l'examen comparatif des organes qu'il faut déterminer l'âge d'un embryon que par le nombre de jours pendant lequel l'œuf a été soumis à l'incubation. Le cloaque apparaît, en effet, dès le début de la formation de l'extrémité caudale; le feuillet externe s'unit au feuillet interne dès qu'apparaît l'allantoïde, alors que cet organe est à peine visible, qu'il n'existe encore que les conduits de Wolff, mais pas encore traces de corps de Wolff ni de conduits de Müller. Nous avons vu le bourgeon ectodermique anal faire sa jonction avec l'endoderme intestinal et vu en même temps l'état de développement des organes sus-indiqués. Sur une coupe longitudinale antéro-postérieure, on voit, au-dessous de la saillie allantoïdienne, un bourgeon épithélial partant de l'épiderme et arrivant jusqu'au contact de l'épithélium intestinal. Ce bourgeon est plein du côté intestinal, de l'autre il commence à se creuser. Les éléments qui le constituent sont très-nettement séparés de ceux du feuillet moyen. Sur des embryons du même âge, des sections perpendiculaires à l'axe en séries, comprenant toute la hauteur du corps, nous ont montré (à l'extrémité caudale) la coupe transversale de ce bourgeon épithélial dont nous avons décrit la projection verticale. Il se présentait alors sous la forme d'une masse pleine, à cheval sur la ligne de séparation de la partie la plus inférieure de la saillie allantoïdienne et du corps de l'embryon, et soulevant devant elle la paroi de la cavité intestinale. Cette masse pleine se continue (ainsi qu'on peut le voir sur des coupes plus inférieures) avec l'épiderme du pli sous-allantoïdien. Sur des tranches plus élevées, elle a comme section un rectangle, à bords bien délimités. Ces différentes figures représentent donc bien une masse conique, continue en bas avec l'épiderme et limitée supérieurement par un

---

(1) Pour ces auteurs, par conséquent, la formation anale serait un fait accessoire dans le développement des voies génitales; car les principaux organes sont dessinés lorsque apparaît l'*anus;* car déjà les membres ont commencé à se montrer, les corps de Wolff sont formés, et l'allantoïde se présente comme une vésicule qui remplit dès à présent son rôle d'organe respiratoire.

fond arrondi, qui fait saillie sur la surface de jonction de l'allantoïde et de l'intestin.

» Les autres coupes transversales nous conduisent à fixer exactement l'âge de l'embryon. En effet, celles qui sont pratiquées un peu plus haut passent dans le point où l'allantoïde a sa plus grande épaisseur. On peut voir que cet organe n'est encore représenté que par une petite masse pleine, creusée d'une étroite cavité et légèrement déviée sur le côté droit. Les conduits de Wolff existent, mais nulle part nous ne trouvons de corps de Wolff ni de conduits de Müller. On peut maintenant fixer une date pour le moment où le poulet a atteint ce degré de développement. On peut dire qu'elle correspond à la fin du troisième jour ou aux premières heures du quatrième jour. En un mot, l'ectoderme se met en rapport avec le feuillet intestinal à l'extrémité caudale de l'embryon dès l'apparition de l'allantoïde. »

M. Larrey présente, de la part de M. de Lesseps, le « Bulletin de la Société khédiviale de Géographie du Caire », comprenant, parmi ses travaux, la « traduction du Rapport d'une reconnaissanne du lac Albert Nyanza », par le colonel Mason-Bey, avec une « carte des provinces de l'Équateur » et une Communication relative au mémorable voyage de M. Stanley.

« En déposant ce Bulletin sur le bureau de l'Académie, dit M. de Lesseps à M. Larrey, dans une Lettre datée du Caire, le 18 mars, vous pouvez annoncer que l'autorité de l'Égypte est reconnue sur tout le parcours du Nil, depuis son origine au 1er degré jusqu'en Égypte.

» Le rapport du colonel Mason sur la navigation à vapeur dans les eaux du lac Albert est très-intéressant. »

»... M. de Lesseps ajoute :

« *P.-S.* — Dans un mémoire que j'avais adressé à l'Académie des Sciences et qui fut présenté par Élie de Beaumont, dans la séance du 17 avril 1857, j'avais indiqué, à la suite d'un voyage à Kartoum et d'après les récits des indigènes, l'existence des lacs équatoriaux qui furent découverts plus tard. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1878.

Crania ethnica. Les crânes des races humaines; par MM. A. de Quatrefages et E.-T. Hamy. VI[e] livraison, feuilles 29 à 34, *Pl. LI* à *LX*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1876-1877; in 4°.

Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones; par F. Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1877; in-8°. (2 exemplaires.)

Note additionnelle au Mémoire sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes (publié en 1874); *par* F. Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1877; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Paris. Chemin de fer transversal à air libre, dans une rue spéciale. Passage couvert pour piétons; par L. Heuzé. Paris, A. Lévy, 1878; in-4° relié.

Le Phylloxera dans le canton de Genève, d'août 1877 *à février* 1878. *Rapports au département de l'Intérieur; par* MM. D. Monnier et E. Covelle. Genève, H. Georg, 1878; in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Inoculabilité de quelques affections cutanées; par le D[r] E. Vidal. Paris, A. Delahaye, 1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

De l'exploration de la sensibilité acoustique au moyen du tube interauriculaire; par le D[r] Gellé. Paris, A. Delahaye, 1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Signe nouveau indiquant la respiration du nouveau-né tiré de l'inspection de l'oreille; par le D[r] Gellé. Paris, A. Delahaye, 1876; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Recherches sur les lésions du système nerveux dans la paralysie diphthéritique; par J. Dejerine. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Nouveaux éléments d'Histoire naturelle médicale; par D. Cauvet; 2[e] édition. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1877; 2 vol. in-12°. (Renvoi au Concours Barbier, 1878.)

Recherches historiques, théoriques et pratiques sur la culture de la vigne dans le département de la Marne, etc.; par J.-L. PLONQUET. Reims, Matot-Braine, sans date; in-12°.

Les truffes de Champagne; par J.-L. PLONQUET. Ay-Champagne, chez l'auteur, 1863; br. in-8°.

Observation d'un cas d'hydrophobie rabique dans la commune de Bisseuil (Marne), chez un enfant de cinq ans; par J.-L. PLONQUET. Reims, E. Luton, sans date; br. in-8°.

Rapport au Comice agricole sur l'état de la viticulture dans l'arrondissement de Reims et en particulier dans le canton d'Ay en 1873; par J.-L. PLONQUET; 1re Partie. Reims, impr. E. Luton, sans date; br. in-8°.

Rapport au Comice agricole sur les divers abris ou appareils protecteurs contre les gelées printanières de la vigne, etc.; par J.-L. PLONQUET. Reims, E. Luton, 1875; br. in-8°.

Nosographie des principaux vignobles de la Champagne; par J.-L. PLONQUET. Troyes, imp. Dufour-Bouquot, 1878; br. in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils; novembre et décembre 1877. Paris, E. Lacroix, 1877; in-8°.

Essai de climatologie. Diverses observations météorologiques. Séries horaires suivies à Saint-Martin-de-Hinx (Landes) du 1er octobre 1864 au 30 novembre 1876; par H. CARLIER. Bayonne, imp. Lamaignère, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Spécification des diverses influences de la musique sur le physique et sur le moral; par M. J. RAMBOSSON. Paris, A. Picard, 1877; br. in-8°.

Étude sur l'exploitation des chemins de fer par l'État; par M. F. JACQMIN. Paris, J. Claye, 1878, in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux-Mondes.*)

ERRATUM.

(Séance du 25 mars 1878.)

Page 746, ligne 7, *au lieu de* M. Alphonse Guérin, *lisez* M. Jules Guérin.

N° 13.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 1er Avril 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 13.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 14 (8 Avril 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

Après l'analyse de la Correspondance et la lecture d'un Mémoire, la séance a été interrompue par M. le Président, qui s'est exprimé ainsi :

« Je me vois, à regret, obligé de prier ceux de nos confrères qui sont encore inscrits pour prendre la parole de vouloir bien se borner à remettre à M. le Secrétaire perpétuel, pour être insérées aux *Comptes rendus*, les Communications qu'ils devaient lire dans cette séance.

» Une funeste nouvelle vient de parvenir, à l'instant, au Bureau. Notre éminent confrère, M. *Belgrand* nous a été enlevé ce matin même, de la manière la plus imprévue, après une maladie de quelques heures.

» De l'avis unanime du Bureau, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie de lever immédiatement la séance. »

Les obsèques de M. Belgrand ont eu lieu le 10 avril. La dépouille mortelle de notre confrère, qui doit être transportée à Châtillon-sur-Seine, a été déposée provisoirement dans les caveaux de l'église Saint-Germain-des-Prés. M. le général Favé, qui devait prendre la parole au nom de l'Académie des Sciences, et M. Daubrée, interprète des regrets de la Section

de Minéralogie et Géologie, n'ont pu prononcer les discours suivants, que nous nous empressons d'insérer. J. B.

DISCOURS DE M. LE GÉNÉRAL FAVÉ,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« MESSIEURS,

» M. Belgrand, il y a si peu de jours qu'on pourrait croire que c'était hier, dans une improvisation brillante de clarté, tenait l'Académie sous le charme d'une parole facile et souple qui se pliait sans efforts aux explications d'un sujet obscur et compliqué. Il exposait les causes des tourbillons qui se produisent dans les cours d'eau, les lois qui les régissent et les effets qu'ils occasionnent. En admirant cette belle intelligence qui semblait se jouer au milieu des profondeurs d'un pareil sujet, qui eût pu prévoir que sa voix avidement écoutée se faisait entendre à nous pour la dernière fois ?

» Après les pertes irréparables que l'Académie des Sciences a subies coup sur coup, la mort est encore venue éteindre une intelligence qui était au nombre des plus fortes.

» Il y a en effet, dans M. Belgrand, deux hommes éminents, un homme de science et un ingénieur, tous deux tels qu'on ne saurait dire quel est celui des deux qui l'emporte sur l'autre. La carrière de l'ingénieur a été si laborieuse qu'on en pourrait à peine citer une autre aussi remplie, et l'homme de science, après s'être fait une place élevée parmi les géologues, a encore éclairé des questions d'Hydrologie aussi intéressantes par elles-mêmes que remarquables et importantes par leurs applications.

» Les travaux de M. Belgrand sur la physique du globe ont eu pour but d'éclairer des projets qu'il avait à élaborer pour le bien-être et la salubrité de la ville de Paris. Le bassin de la Seine en a été le théâtre, l'étude de ses eaux l'objet.

» La distinction des terrains, suivant qu'ils sont perméables ou imperméables, lui a permis d'établir que dans les premiers de ces terrains les cours d'eau, rares, ont des crues qui s'élèvent et qui s'abaissent lentement; tandis que sur les terrains imperméables les cours d'eau, extrêmement nombreux, ont des crues de très-courte durée, mais extrêmement violentes.

» En levant la carte des terrains perméables et des terrains imperméables du bassin de la Seine, M. Belgrand a établi les lois qui régissent ses différents cours d'eau et déterminé l'influence exercée par chacun d'eux sur le régime de la Seine.

» Comme, dans ce bassin, les terrains perméables ont beaucoup plus d'étendue que les autres, les crues sont de très-longue durée; la crue de chaque affluent a le temps de venir grossir la crue du fleuve, et même parfois les résultats de plusieurs crues, se succédant à quelques jours d'intervalle, s'ajoutent les uns aux autres.

» Les crues extraordinaires proviennent ainsi de plusieurs crues des affluents se produisant l'une après l'autre.

» Comme résultat pratique déduit de ses observations, M. Belgrand a, depuis, toujours annoncé, trois jours à l'avance, aux ingénieurs de la navigation et à tous les intéressés, la hauteur approximative de chaque crue. Il serait superflu d'insister sur les services rendus par là au commerce et à la propriété.

» L'étude des grands débordements de la Seine en 1649, 1651, 1658, 1690, 1711, 1740, 1764, 1802, en confirmant ses conclusions sur la réunion des circonstances nécessaires pour les produire, l'avait guidé dans la recherche des mesures à prendre pour en atténuer de pareilles, et il a pu dire, après l'exécution de ses projets d'ingénieur, dont nous parlerons dans un moment : « Avec les travaux faits dans ces dernières années, » Paris sera désormais à l'abri de ce fléau. »

» Après la question des crues, celle des sécheresses a occupé M. Belgrand, et il est arrivé à annoncer en juin 1870, de concert avec M. G. Lemoine, les diminutions de volume des eaux courantes qui survinrent pendant l'été et l'automne de cette même année.

« C'est surtout, a-t-il dit, le déficit de la quantité de pluie de la saison » froide qui amène les grandes diminutions des eaux courantes pendant » l'été. On peut ainsi, au moyen de comparaisons numériques très- » simples, arriver à des prévisions très-utiles pour toutes sortes de besoins » pratiques. »

» Ses études sur la pluie, confirmant les indications de M. Dausse, avaient donné pour conclusion que les crues sont habituellement dues aux pluies de novembre à mai, tandis que les pluies tombées de juin à octobre ne profitent aux cours d'eau que dans les années excessivement humides.

» En dehors de ces conclusions, une multitude d'observations ont été

faites méthodiquement, depuis 1861, sur les pluies et sur le régime des cours d'eau; ces observations, publiées chaque année par M. Belgrand, serviront après lui à faire avancer cette branche de la science qui lui doit tant.

» Pendant un certain laps de temps, M. Belgrand a analysé, chaque semaine, les eaux du puits artésien de Grenelle, pour reconnaître si la proportion des sels terreux qui y sont dissous éprouve des variations notables. Il a constaté que ces variations sont en rapport avec la quantité d'eau qui s'infiltre dans les sables aquifères. Il a fait plus en déterminant les circonstances caractéristiques des crues locales qui produisent soit une augmentation, soit une diminution des sels terreux. Il a déterminé aussi la durée du parcours souterrain des eaux, depuis leur infiltration dans les sables de la Champagne jusqu'à leur sortie par le puits artésien de Paris. Cette durée est comprise entre deux et trois mois.

» Une question importante pour la pratique a conduit M. Belgrand dans une voie différente. Il a voulu se rendre compte de la température des eaux de distribution amenées dans Paris, après qu'elles auraient parcouru les aqueducs et les tuyaux de conduite. Ses expériences lui ont prouvé que les eaux de source étaient les seules qui pussent toujours être distribuées suffisamment fraîches en été, suffisamment chaudes en hiver. La supériorité des eaux de source sur les eaux de rivière, à ce point de vue important, décida de la préférence qui leur fut donnée dans le projet d'alimentation de Paris.

» Ce projet fut d'ailleurs étudié en prenant pour condition que les eaux amenées pourraient être consommées dans l'état où elles seraient au sortir des conduites, sans nécessiter de filtrage.

» Les travaux que M. Belgrand a consacrés à la physique du globe ont tous été dirigés par la pensée d'en tirer immédiatement des applications utiles. Même en étudiant la Géologie dans ses questions les plus difficiles et les plus élevées, il demeurait toujours préoccupé des intérêts de son œuvre. C'est en ramenant ainsi tous les efforts de son esprit vers un même but, pour en faire profiter le service des eaux et égouts, dont il était chargé dans la ville de Paris, que M. Belgrand a pris place au premier rang parmi les ingénieurs hydrauliciens.

» Sa vocation s'était tournée de ce côté, on pourrait dire spontanément, quand, comme ingénieur ordinaire, il avait doté la petite ville d'Avallon d'une distribution d'eau. Il avait conçu et exécuté pour cela, en 1846, un siphon dont la flèche avait 88 mètres de hauteur. Un pont qui porte cette

conduite a été construit en matériaux bruts, sans pierre de taille ni moellon piqué. La couverture du réservoir, à calotte sphérique de 16 mètres d'ouverture, ne mesure pas plus de 7 centimètres d'épaisseur. M. Belgrand préludait déjà aux hardiesses de légèreté et d'économie qu'il a réalisées depuis.

» Appelé au service de la Seine par l'influence d'un administrateur qui avait su apprécier l'ingénieur d'Avallon, M. Belgrand élabora un projet destiné à donner 3 mètres de tirant d'eau, dans toute saison, à la navigation de la basse Seine jusqu'à Paris. Il a souvent manifesté le regret de n'avoir pas été en position de pouvoir réaliser ce projet, dont le but n'a point encore été complétement atteint; mais il fut enlevé à ce service pour diriger celui des eaux et égouts de la ville de Paris.

» La capitale, prodigieusement étendue en peu d'années, par suite de l'influence exercée par les chemins de fer, était destinée à ne point s'arrêter encore dans ses accroissements. Les eaux de distribution faisaient défaut partout, et partout les égouts existants étaient devenus insuffisants au point de menacer la salubrité publique. M. Belgrand eut donc à étudier à la fois les moyens de procurer à Paris une eau convenable et de doter la ville d'un système d'égouts capable de suffire à tous les besoins.

» Par ses soins, quatre grands établissements hydrauliques furent destinés à élever les eaux de la Marne et de la Seine; ils sont établis à Saint-Maur, à Austerlitz, à Trilbardou et à Isles-les-Meldeuves. 1000 kilomètres de conduites d'eau relièrent ces quatre établissements avec les points à desservir. Mais, dans la conviction de M. Belgrand, conviction qu'il sut faire partager aux autorités administratives, l'eau des rivières n'étant pas toujours potable ne devait pas être employée dans l'alimentation, car on devait lui préférer l'eau des sources convenablement choisies.

» C'est dans ce choix qu'il a déployé une sagacité et une science admirables. Toutes les sources provenant des terrains tertiaires des environs de Paris, situées au-dessous de la couche des marnes vertes, furent exclues comme étant trop chargées de sulfate de chaux pour convenir aux usages domestiques. Il avait reconnu que leur altération provenait de la lentille de gypse située sous des marnes vertes et s'étendant entre Château-Thierry et Meulan. Transporté ainsi aux limites de la Brie et de la Champagne, M. Belgrand reconnut que les sources de la Champagne non-seulement ne renferment point de sulfate de chaux, mais ne contiennent même le carbonate de chaux qu'en faible quantité. C'est ainsi que, parmi les sources de la Champagne, celle de la Somme-Soude avait obtenu la pré-

férence pour sa pureté remarquable. Les projets du canal de dérivation avaient été étudiés en conséquence de cette décision, mais des difficultés de nature administrative obligèrent à renoncer à la dérivation de la Somme-Soude, pour se rabattre sur la source de la Dhuis qui, du reste, n'est pas moins bonne.

» La différence d'élévation du point de départ au point d'arrivée n'est que de 20 mètres pour une longueur de 131 kilomètres et l'aqueduc en maçonnerie, dont la longueur est de 114 kilomètres, s'abaisse seulement de 11 mètres. Cette pente, quoique la plus faible qu'on ait employée, donne, grâce à la forme de la section de l'aqueduc, une vitesse suffisante pour empêcher tout dépôt limoneux.

» Tandis que la Dhuis est distribuée dans les quartiers les plus élevés qui manquaient absolument d'eau auparavant, les parties moyennes et basses de la ville disposent de l'eau de la Vanne dont les sources sortent des terrains moyens de la Champagne. Les eaux de ces sources sont d'une fraîcheur et d'une limpidité admirables, même après avoir parcouru un aqueduc en maçonnerie qui a 151500 mètres de longueur. Le réservoir de l'eau de la Dhuis contient 100000 mètres cubes ; celui de la Vanne 300000 mètres cubes.

» En même temps qu'il dirigeait ces travaux, dont il faut renoncer à faire l'énumération complète, M. Belgrand exécutait 400 kilomètres d'égouts, en y comprenant les grands égouts collecteurs, qui méritent une mention particulière. Réunissant les deux branches du collecteur général près de la place de l'Étoile, il le dirigeait en ligne droite, de manière à aboutir en aval du pont d'Asnières, gagnant ainsi, pour augmenter la vitesse des eaux de l'égout, la pente des nombreux détours que suit la Seine.

» Le procédé imaginé pour le nettoyage des égouts est aussi remarquable que leur établissement, car ce sont les eaux elles-mêmes qui font l'opération.

» Tous ces travaux de M. Belgrand sont, pour la population entière de la grande ville, un bienfait qui se fera sentir pendant des siècles aux générations à venir.

» Après avoir montré le savant et l'ingénieur par leurs œuvres, il reste à faire connaître l'homme. Quelques mots suffiront.

» Né dans une famille où le travail était en honneur, car ses deux frères furent, comme lui, reçus à l'École Polytechnique, M. Belgrand a su tirer de l'étude toutes les satisfactions qu'elle donne, sans renoncer pour cela aux plaisirs fortifiants des relations cordiales. Il se plaisait surtout aux

réunions intimes, où l'*animation* la plus gaie de la jeunesse ne lui déplaisait point, parce qu'il savait jouir du plaisir des autres. Son cœur avait besoin des affections les plus tendres, et il les a trouvées dans les sentiments de sa fille adoptive qu'une union favorable à ses vœux avait fixée près de lui. Quoiqu'il ait eu à supporter sa part des souffrances inséparables de la condition humaine, on peut dire de lui qu'il a vécu heureux, parce qu'il a vécu sage. Espérons qu'il a trouvé par delà la tombe la récompense de ses mérites, de ses services et de ses vertus. Puisse cette pensée calmer les chagrins de ceux qui le pleurent et adoucir l'amère douleur de sa compagne dévouée! »

DISCOURS DE M. DAUBRÉE,

AU NOM DE LA SECTION DE MINÉRALOGIE ET DE GÉOLOGIE.

« M. Belgrand, pour l'exécution de ses admirables travaux d'ingénieur, a su trouver, dans l'étude de la constitution géologique du sol, des documents précieux, et il les a fécondés par de vastes applications, comme nul ne l'avait fait auparavant. Puis, par une véritable réciprocité, pendant qu'il était à son œuvre d'observateur, il a apporté à la Géologie le tribut d'études très-exactes, d'un grand intérêt. Aussi la Section de l'Académie qui a cette science parmi ses attributions ne saurait garder le silence devant une perte si douloureuse.

» La double tendance de M. Belgrand à relier de la manière la plus heureuse la théorie et l'application, au grand avantage de l'une et de l'autre, se manifeste dès le commencement de sa carrière. La carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon, qui parut en 1851, avec un texte explicatif, en est une preuve. Cet ouvrage, où les principaux faits concernant l'hydrologie et l'agriculture sont coordonnés dans leurs nombreux rapports avec la nature du sous-sol, n'a pas seulement été fort utile au pays natal de M. Belgrand : il a depuis lors été fructueusement consulté par tous ceux qui se sont occupés d'études du même genre.

» L'auteur a lui-même mis à profit et développé les vues nouvelles auxquelles l'avaient conduit ses premières recherches, lorsque, peu de temps après, il aborda une des questions auxquelles son nom restera à jamais attaché. Quand il s'est agi de choisir les eaux qu'il convenait d'amener à Paris, il procéda d'après le même système. Le Mémoire publié en 1854, dans lequel il établit, au point de vue des sources, une classification des

divers étages et couches géologiques qui forment le bassin de la Seine, est des plus remarquables. Un grand nombre de faits, jusqu'alors épars et sans lien, y sont groupés avec rigueur, de manière à éclairer à la fois la théorie et les déductions pratiques qui devaient en sortir. On n'avait pas encore établi d'une manière aussi complète, entre les terrains perméables et les terrains imperméables une distinction de première importance à des points de vue divers, puisqu'elle n'intéresse pas seulement l'agriculture par son influence sur le régime des cours d'eau et qu'elle fournit à l'ingénieur des données fondamentales pour de nombreux travaux.

» Après avoir divisé les sources en deux catégories, selon qu'elles se trouvent en rapport avec l'une ou l'autre de ces grandes classes de roches, il rechercha, en se guidant par de nombreux essais chimiques, les causes qui en altèrent les eaux dans le bassin de la Seine. Il reconnut ainsi que les cours d'eau, dès qu'ils arrivent à couler sur les couches tertiaires, se chargent de sulfates, et il en conclut que Paris devait aller chercher des sources jusque dans la craie blanche de la Champagne. La carte qui accompagne ce travail fait parfaitement ressortir la logique des idées de M. Belgrand : elle est d'une haute importance à plusieurs titres.

» Rien de ce qui est du domaine des eaux n'échappait à son système d'investigation. Les essais hydrotimétriques des eaux du puits artésien de Grenelle, qu'il faisait faire chaque semaine, lui avaient appris que, malgré la constance de leur volume, elles éprouvent des variations notables dans la proportion de leurs substances salines. Il ne tarda pas à en trouver la cause dans les crues des petits cours d'eau qui, bien loin de là, coulent sur les affleurements du terrain crétacé; toute crue de ces cours d'eau est suivie, environ deux mois plus tard, d'une diminution dans la quantité des sels terreux de l'eau artésienne, ce qui permet d'apprécier approximativement la durée de leur long trajet souterrain.

» Afin d'arriver à reconnaître les lois qui régissent les crues des rivières et permettent de les prédire, M. Belgrand avait organisé, dès 1861, dans tout le bassin de la Seine, une série de stations météorologiques qu'il n'a cessé de développer et d'améliorer. Au point de vue de la physique du globe, il apportait des avis précieux dans le Conseil de l'Observatoire, dont il faisait partie, et la belle création de Le Verrier, pour les prévisions du temps et les avertissements agricoles, a toujours trouvé en lui le plus actif concours.

» De même qu'une grande partie des continents, le bassin de la Seine offre des effets évidents de larges érosions qui en ont creusé ou modifié

considérablement les vallées et qui ont même rasé une partie des plateaux. Deux doctrines relatives aux érosions des vallées ont été longtemps en présence : l'une les attribuait à des actions lentes, telles que nous en voyons aujourd'hui; l'autre à des cours d'eau beaucoup plus volumineux. A la suite de ses études approfondies, M. Belgrand s'était complétement prononcé en faveur de la seconde opinion, et il développait, il y a peu de jours encore, dans une séance de l'Académie, l'un de ses arguments sur ce sujet.

» Comme contre-partie de ces grandes érosions, on rencontre des dépôts de gravier, de sable et de limon dans des situations où ils n'ont pu être apportés par les rivières, telles que nous les voyons aujourd'hui. Ces phénomènes, quoique appartenant à une période géologique des plus récentes, se présentent encore dans des circonstances incomplétement expliquées. M. Belgrand s'en est occupé d'une manière toute spéciale. Les nombreuses tranchées qu'il avait fait pratiquer dans les alluvions anciennes lui ont fourni une série de données qu'il avait fait relever avec la plus scrupuleuse exactitude. Il a traité ces sujets avec une grande rigueur de description en même temps qu'une grande élévation d'idées dans son bel ouvrage intitulé : *Le Bassin parisien aux âges préhistoriques*.

» Le régime des grands cours d'eau de l'âge de pierre qui y est reconstitué, de la manière la plus probable, l'histoire de la formation de la tourbe, les documents apportés par les débris d'animaux enfouis, forment des chapitres pleins d'intérêt et les déductions qu'il en a tirées méritent toute l'attention. On a peine à croire qu'un ouvrage d'une telle importance n'ait été qu'un accessoire pour M. Belgrand, dont le temps était avant tout consacré aux grands travaux dont il était officiellement chargé et dont il s'acquittait d'une manière si éminente.

» Je n'ai pas à rappeler ici les gigantesques travaux d'art auxquels Paris, comme Rome autrefois, est redevable d'une grande abondance d'eaux fraîches et salubres, ni ce réseau de constructions souterraines où M. Belgrand a apporté de très-heureuses inventions, ni l'assainissement des eaux qui s'écoulent des villes.

» La réussite si complète de ces œuvres pourrait faire oublier aujourd'hui la hardiesse qui a présidé à leur conception. Tous ces travaux, dont un seul suffirait à la célébrité de leur auteur, sont devenus des modèles classiques pour tous les ingénieurs.

» Une grande puissance de travail, une infatigable activité physique et

morale, une perspicacité rare, un jugement des plus droits et des plus sûrs, un sens éminemment pratique, une remarquable ampleur de vues caractérisaient notre éminent confrère. C'est ainsi qu'il a ouvert des horizons nouveaux aux applications de la Géologie, en même temps qu'à l'art de l'ingénieur.

» Comment les dons de cet esprit supérieur pourraient-ils faire oublier les qualités du cœur qui se reflétaient en sa personne et qui le rendaient si sympathique à tous? Sa parfaite loyauté, sa bonté vraie, sa simplicité si franche, nous rendront son souvenir toujours bien cher.

» Pourquoi faut-il que celui qui réunissait tant de qualités ait été si subitement enlevé à l'affection de tous? Rien ne pouvait faire prévoir la catastrophe qui plonge dans un profond chagrin tous ceux qui approchaient M. Belgrand. Nous pouvons dire qu'à l'Institut, comme dans les deux corps des Ponts et Chaussées et des Mines, qu'il réunissait dans son affection, il n'a jamais compté que des amis et des admirateurs. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. Hermite.

« XXVI. Les résultats que nous venons d'obtenir montrent encore par un nouvel exemple combien la question de la rotation se trouve intimement liée à la théorie des fonctions elliptiques. C'est même à l'étude d'un problème de Mécanique qu'est due la considération de ces nouveaux éléments analytiques $\Phi_s(u)$, très-voisins des fonctions $\varphi(x,\omega)$, $\varphi_1(x,\omega)$, $\chi(x,\omega)$, $\chi_1(x,\omega)$, employées au commencement de ce travail pour intégrer l'équation de Lamé, mais qui en sont néanmoins distincts et offrent un ensemble de propriétés propres. Il est nécessaire, en effet, d'attribuer à la constante λ quatre valeurs particulières pour en déduire ces dernières fonctions, et de là résultent, pour les multiplicateurs de chacune d'elles, des déterminations essentiellement différentes, tandis que la propriété essentielle qui réunit en un seul système les fonctions $\Phi_s(u)$, c'est d'avoir,

sauf le signe, les mêmes multiplicateurs. Je me bornerai à leur égard à considérer, pour en donner l'intégrale complète, les équations différentielles auxquelles elles satisfont, équations linéaires et du second ordre comme celle de *Lamé*; mais auparavant je dois d'abord montrer comment les formules de Jacobi résultent de l'expression à laquelle nous venons de parvenir, $Z_s = N\,\Phi_s(u)$, où N désigne une constante. J'emploie, à cet effet, la valeur de R_s, qu'on obtient facilement sous la forme

$$R_s = \frac{\sigma\,\theta_{1-s}(a)\,e^{-\frac{i\pi a}{2K}+i\lambda K'}}{i\,\theta'_1(o)}$$

et où l'on doit faire $a = -\omega$. En se rappelant la détermination du facteur σ, et écrivant pour un moment

$$\Omega = \sigma\,\frac{e^{\frac{i\pi\omega}{2K}+i\lambda K'}}{i\,\theta'_1(o)};$$

nous obtenons ainsi

$$R_0 = -i\Omega\,\theta_1(\omega),\quad R_1 = i\Omega\,\theta_0(\omega),\quad R_2 = \Omega\,\theta_3(\omega),\quad R_3 = \Omega\,\theta_2(\omega).$$

Or on a

$$A = \frac{i}{k\,\mathrm{cn}\,\omega}Z_1,\quad B = \frac{\mathrm{dn}\,\omega}{k\,\mathrm{cn}\,\omega}Z_2,\quad C = -\frac{\mathrm{sn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega}Z_0,\quad V = -inZ_3;$$

de là résultent, si l'on remplace N par ΩN et les quantités θ_s par Θ, H, ..., les valeurs suivantes :

$$A = \frac{iN}{k\,\mathrm{cn}\,\omega}\,\frac{H(u-\omega)e^{\lambda u}}{i\,\Theta(\omega)\,\Theta(\omega)} = \frac{N}{\sqrt{kk'}}\,\frac{H(u-\omega)e^{\lambda u}}{H_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

$$B = \frac{\mathrm{dn}\,\omega\,N}{k\,\mathrm{cn}\,\omega}\,\frac{H_1(u-\omega)e^{\lambda u}}{\Theta_1(\omega)\,\Theta(u)} = \frac{N}{\sqrt{k}}\,\frac{H_1(u-\omega)e^{\lambda u}}{H_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

$$C = \frac{\mathrm{sn}\,\omega\,N}{\mathrm{cn}\,\omega}\,\frac{\Theta(u-\omega)\,e^{\lambda u}}{iH(\omega)\,\Theta(u)} = \frac{N}{\sqrt{k'}}\,\frac{\Theta(u-\omega)e^{\lambda u}}{iH_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

$$V = -inN\,\frac{\Theta_1(u-\omega)e^{\lambda u}}{H_1(\omega)\,\Theta(u)}.$$

Je ne m'arrête pas à la détermination de la constante N, qui s'obtient comme on l'a déjà vu au § XVI, p. 1089; elle a pour valeur $H'(o)e^{i\nu}$, et nous retrouvons bien, sauf le changement de λ en $i\lambda$, les résultats qu'il fallait obtenir.

» Je reviens encore un moment sur la désignation par $\theta_s(u)$ des quatre fonctions fondamentales de Jacobi, afin de la rapprocher de la notation qui résulte de la définition même de ces fonctions, par la série

$$\theta_{\mu,\nu}(u) = e^{-\frac{\mu\nu i\pi}{2}} \sum (-1)^{m\nu} e^{\frac{i\pi}{K}\left[(2m+\mu)u+\frac{1}{4}(2m+\mu)^2 iK'\right]}.$$

Supposant μ et ν égaux à zéro ou à l'unité, on a donc en même temps

$$\begin{aligned}
\Theta\,(u) &= \theta_0(u) = \theta_{0,1}(u),\\
H\,(u) &= \theta_1(u) = \theta_{1,1}(u),\\
H_1(u) &= \theta_2(u) = \theta_{0,1}(u),\\
\Theta_1(u) &= \theta_3(u) = \theta_{0,0}(u);
\end{aligned}$$

et, en premier lieu, je remarquerai que le système des quatre équations fondamentales

$$\begin{aligned}
\Theta\,(u+iK') &= iH(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},\\
H\,(u+iK') &= i\Theta(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},\\
H_1(u+iK') &= \Theta_1(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},\\
\Theta_1(u+iK') &= H_1(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')}
\end{aligned}$$

peut être remplacé par la relation unique dont j'ai déjà fait usage, à savoir

$$\theta_s(u+iK') = \sigma\theta_{1-s}(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')}.$$

On doit y joindre les suivantes :

$$\begin{aligned}
\theta_s(u+K) &= \sigma'\theta_{3-s}(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},\\
\theta_s(u+K+iK') &= \sigma''\theta_{2+s}(u)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2u+iK')},
\end{aligned}$$

les facteurs σ, σ', σ'' ayant pour valeurs

$$\sigma = -e^{\mp\frac{i\pi}{4}(s+1)(s+2)(2s+1)},\quad \sigma' = e^{\frac{i\pi}{2}s(s^2-1)},\quad \sigma'' = e^{-\frac{i\pi}{4}s(s-1)};$$

puis celles-ci :

$$\theta_s(u+2\mathrm{K}) = \quad (-1)^{\frac{1}{2}s(s+1)}\theta_s(u),$$

$$\theta_s(u+2i\mathrm{K}') = -(-1)^{\frac{1}{2}s(s-1)}\theta_s(u)e^{-\frac{i\pi}{\mathrm{K}}(u+i\mathrm{K}')}.$$

» Je remarquerai enfin qu'en passant du système de deux indices à un indice unique on est amené à exprimer, d'une manière générale, s au moyen de μ et ν. Si nous avons égard à la convention admise que s est pris suivant le module 4, on trouve aisément l'expression

$$s \equiv -1 - \mu + \nu + 2\mu\nu.$$

Cela étant, soit de même

$$s' \equiv -1 - \mu' + \nu' + 2\mu'\nu',$$

et désignons par S la quantité relative aux sommes $\mu + \mu'$ et $\nu + \nu'$. Les admirables travaux de M. Weierstrass ayant montré de quelle importance est, pour la théorie des fonctions abéliennes, l'addition des indices dans les fonctions θ à n variables, où entrent $2n$ quantités analogues à μ et ν, on est amené, dans le cas le plus simple des fonctions elliptiques, à chercher l'expression de S en s et s'. M. Lipschitz m'a communiqué la solution de cette question par la formule élégante

$$\mathrm{S} \equiv -1 - s - s' - 2ss' \quad (\text{mod. } 4),$$

et voici comment l'éminent géomètre la démontre. Écrivons l'égalité précédemment donnée : $2s \equiv -1 - \mu + \nu + 2\mu\nu$ sous cette forme

$$2s + 1 \equiv (2\mu + 1)(2\nu - 1) \quad (\text{mod. } 8),$$

et remarquons qu'on peut poser, μ et ν étant zéro ou l'unité,

$$2\mu + 1 \equiv 3^{\mu}, \quad 2\nu - 1 \equiv -7^{\nu} \quad (\text{mod. } 8).$$

On en conclura

$$2s + 1 \equiv -3^{\mu}7^{\nu} \quad (\text{mod. } 8);$$

or les relations analogues

$$2s' + 1 \equiv -3^{\mu'}7^{\nu'}, \quad 2\mathrm{S} + 1 \equiv -3^{\mu+\mu'}7^{\nu+\nu'} \quad (\text{mod. } 8),$$

donneront immédiatement :

$$2S+1 \equiv -(2s+1)(2s'+1) \pmod{8},$$

et l'on en conclut l'équation qu'il s'agissait d'obtenir. »

OPTIQUE. — *Très-court extrait d'un opuscule de M. Chevreul intitulé : « De la vision des couleurs et particulièrement de l'influence exercée sur la vision d'objets colorés qui se meuvent circulairement quand on les observe comparativement avec des objets en repos identiques aux premiers »*. Note de M. **Chevreul.**

« L'année 1704 vit paraître l'*Optique* de Newton, œuvre remarquable où le génie expérimental occupe une étendue écrite bien plus grande que celle du génie du géomètre. Cette heureuse alliance de l'expérience et de la Mathématique pure s'était déjà fait remarquer chez notre immortel Pascal.

» Rien dans la science humaine ne dépasse l'*Optique* de Newton ; d'abord la lumière blanche est réduite, au moyen d'un prisme, en rayons rouges, orangés, verts, bleus, violets, et en rayons indigo, si l'on sépare des rayons violets un septième groupe de rayons, avec l'intention de compter sept couleurs, de même qu'on compte dans la gamme des sons sept notes ; Newton, ensuite, recompose la lumière blanche en réunissant tous ces rayons, soit au moyen d'un verre biconvexe, soit au moyen de deux prismes. Ne sont-ce pas là des *faits* de premier ordre? surtout quand ce grand homme caractérise chaque espèce de rayon coloré par trois propriétés, qui lui sont inhérentes, à savoir la *réflexibilité*, la *réfrangibilité* et la *couleur*, qu'il distingue parfaitement des deux autres propriétés, en faisant remarquer que la *couleur est en nous*, et la cause qui la détermine en nous est dans la lumière, distinction remarquable, puisqu'elle prouve que Newton avait une idée parfaite du groupe des propriétés que j'ai qualifiées d'*organoleptiques* en 1818?

» Newton, sentant le besoin de pousser ses expériences à leur dernière limite, ne s'arrête qu'après être parvenu à obtenir un *rayon rouge*, un *rayon orange*, un *rayon jaune*, etc., qui ne subit plus de changement dans sa couleur, quel que soit le nombre de réflexions et de réfractions qu'on lui fasse subir.

» Il reconnaît en même temps qu'en réunissant deux rayons simples, tels que l'*orangé* et le *jaune*, le *jaune* et le *bleu*, le *bleu* et le *rouge*, etc., on peut

faire de l'*orangé,* du *vert,* du *violet,* etc., mais que cette réunion de deux couleurs simples diffère des rayons purs, orangés, verts, violets, etc., en ce que le prisme sépare les deux rayons simples que l'art a unis.

» Si Newton n'a pas introduit dans la Science l'expression de *couleurs complémentaires,* il en avait une idée exacte, et à ce sujet il se demande combien il faut de rayons de couleurs diverses pour composer de la *lumière blanche.* Il reconnaît l'impossibilité d'en faire avec deux seulement, conséquemment de faire de la *lumière blanche* avec le *rayon jaune* et le *rayon* bleu. Il n'est pas sûr qu'on puisse en faire avec trois, mais il ne serait pas étonné qu'on en fît avec quatre ou cinq.

» Ce furent les successeurs de Newton qui développèrent la possibilité de faire, sinon toutes les couleurs, avec *trois couleurs simples* ou bien avec une *couleur simple* et une *couleur binaire,* telles que le *rouge* et le *vert,* le *jaune* et le *violet,* le *bleu* et l'*orangé,* etc., etc.

» On peut dire que les successeurs immédiats de Newton adoptèrent cette opinion et, parmi nos contemporains, nous citerons Biot et surtout Arago, qui, par son *polariscope,* rendit le fait incontestable, en faisant voir à la fois que le même *rouge* et le même *vert* reforment de la *lumière blanche,* comme le font le même *jaune* et le même *violet,* le même *bleu* et le même *orangé,* etc.

» Brewster professa la même opinion.

» Enfin, depuis 1828, époque de mon premier écrit sur les *Contrastes de couleur,* j'applique la même manière de voir à mes études du ressort de la vision.

» C'est parce que, dans ces derniers temps, des savants d'un mérite incontestable ont reproduit, à l'exclusion des idées de Newton et d'Arago, une *hypothèse* absolument fausse, d'après laquelle les *couleurs fondamentales* seraient le *rouge,* le *vert* et le *violet,* que le *jaune* serait formé de *rouge* et de *vert* et le *bleu* de *violet* et de *vert,* que j'ai entrepris un travail *tout expérimental* dont je soumets en ce moment les résultats à l'Académie.

» *Première expérience.* — Un cercle, divisé en deux par une ligne diamétrale, présente une moitié de couleur *rouge ton* 10; l'autre moitié est blanche.

» 1. Le mouvement de rotation du cercle autour d'un axe perpendiculaire ayant lieu, d'après le principe du mélange des couleurs, la résultante du rouge et du blanc mêlés donne le 3 violet 5 ton.

» 2. Le mouvement se ralentissant, vous voyez un mélange de couleurs, une moire de rouge et de blanc; et bientôt les couleurs se partagent,

se séparent; le vert apparaît, enfin le rouge devient 5 violet-rouge ton 11, et le vert apparaît comme le ton 4 de la gamme du *vert*.

» Mais, pour que la valeur scientifique de ce fait soit complète, une seconde expérience est indispensable.

» *Seconde expérience.* — Un cercle d'un diamètre égal au précédent offre aux yeux deux zones circulaires d'étendue égale, l'une rouge et l'autre blanche.

» Le contraste du rouge et du blanc donne lieu à une teinte verdâtre du blanc, seulement sensible aux yeux des personnes habituées à voir les couleurs. On en rend la teinte un peu plus sensible en plaçant le cercle sur un second cercle blanc, excédant le diamètre du premier de quelques centimètres.

» En mettant le double cercle en mouvement circulaire, comme le cercle de la première expérience, on verra que c'est à peine s'il diffère de ce qu'il paraissait à l'état de repos avant l'expérience; d'où, pour conclusion, la nécessité de la répartition du *rouge* et du *blanc* dans le premier cercle, au moyen d'une ligne diamétrale.

» Nous allons en donner la raison.

» Pourquoi la complémentaire du rouge, le *vert*, n'apparaît-elle pas d'une manière comparable, dans la seconde expérience, à son apparition dans la première?

» C'est que, durant la seconde expérience, ce sont les mêmes parties de la rétine qui voient pendant toute sa durée la couleur ou la lumière blanche, tandis que dans la première expérience cette même partie de la rétine, qui a vu la lumière colorée d'abord, voit immédiatement après la lumière blanche, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mouvement ait cessé.

» D'où la conséquence que l'œil, qui dans un premier temps a vu du *rouge*, est prédisposé, dans un second temps, à voir le *vert* sa complémentaire; et, en vertu de cette prédisposition, la lumière blanche n'agit plus également sur la rétine par l'ensemble de ses rayons colorés; la prédisposition provenant de la vue du *rouge* donne à ses rayons complémentaires constituants du *vert* la puissance de l'emporter sur le *rouge*; mais, dans le second instant, la lumière *verte*, agissant à la manière du *rouge* dans le premier instant, prédispose l'œil à voir le rouge dans le troisième instant, et ainsi de suite.

» Cette explication me paraît d'autant plus satisfaisante qu'elle s'accorde parfaitement avec deux expériences comparatives que j'ai imaginées pour montrer la différence existant entre le *noir matériel* et le *noir absolu*.

» Un cercle rouge est bordé d'une zone de papier noir de 7 millimètres

de largeur; quatre rayons de papier noir de 6 millimètres de largeur partagent le cercle en quatre secteurs *égaux*; il est adapté à une toupie.

» Un second cercle rouge, ne différant du précédent que par un diamètre moindre que 7 millimètres, porte quatre *fentes-rayons* de 6 millimètres de largeur; il s'adapte à la tige d'une toupie qui traverse une boîte noircie à l'intérieur, de manière que les quatre *fentes-rayons* correspondent à l'intérieur représentant le *noir absolu*, et que ce cercle corresponde au niveau du bord de la boîte au noir absolu, lequel bord est rabattu et laisse une courbe circulaire de 7 millimètres correspondant au noir absolu.

» On voit donc que le premier cercle, présentant une courbe de *noir matériel* et *quatre rayons* de ce *même noir*, correspond parfaitement à l'ensemble du *noir absolu* du second cercle.

» Que l'on mette les deux cercles en mouvement et l'on voit que, dans le cas du mouvement le plus rapide, les quatre rayons de noir matériel comme les quatre *fentes-rayons* du second cercle disparaissent; mais, fait remarquable, le *noir matériel* du premier cercle apparaît de couleur *verte*, complémentaire du rouge qui y est contigu, tandis que l'intervalle de 7 millimètres existant entre la circonférence du second cercle et le bord rabattu de la boîte au noir absolu reste parfaitement noir. Le bord rabattu de cette même boîte, quoique séparé du rouge par 7 millimètres, est coloré en *vert comme noir matériel*, et quoique distant du cercle rouge de 7 millimètres.

» Au repos, la différence est la même entre les *quatre fentes-rayons* du second cercle qu'entre les quatre rayons de *noir matériel;* les quatre *fentes-rayons* sont absolument noires et les quatre rayons de noir matériel sont verdâtres.

» En définitive, le noir matériel du premier cercle est *verdi* par le fait du rouge contigu, tandis que le noir absolu ne l'est pas; et, en second lieu, le noir absolu n'est vu que *négativement*, tandis que le noir matériel est rendu visible par une petite quantité de lumière blanche qu'il réfléchit.

» Après ces observations, je vais mettre l'Académie à portée de juger elle-même, *par ses yeux*, si je suis dans l'erreur lorsque j'attache quelque importance aux expériences qui, à mon sens, confirment en tous points mes écrits sur les *contrastes de couleur*, depuis ma première publication qui remonte à l'année 1828.

Les expériences dont l'Académie va être spectatrice sont la suite de celle où elle a vu un cercle partagé par un diamètre en deux moitiés, dont l'une

était *rouge* et l'autre *blanche*, lui présenter, par un mouvement circulaire convenable, le *vert*, complémentaire du rouge, sur la moitié blanche.

» L'Académie verra que ce fait est général; l'*orangé*, dans les mêmes circonstances, va montrer sa complémentaire, le *bleu*, sur la moitié blanche d'un cercle.

» Le *jaune* va lui montrer le *violet*, sa complémentaire.

» Le *vert* va lui montrer le *rouge*, sa complémentaire.

» Le *bleu* va lui montrer l'*orangé*, sa complémentaire.

» Le *violet* enfin va lui montrer le *jaune*, sa complémentaire.

» *Conclusions.* — Toutes ces expériences nouvelles sont parfaitement conformes aux principes de l'*Optique* du grand Newton et aux principes concernant la couleur, admis par Biot, Arago, Brewster, etc.

» Elles sont confirmatives de toutes les expériences sur lesquelles j'ai fondé les lois des contrastes de couleurs, le *simultané*, le *successif* et le *mixte*.

» Dans un temps où l'industrie a senti la nécessité, avant ce qu'on appelle les beaux-arts, de soumettre les aspirants à entrer dans la technique des chemins de fer, et j'ajoute, en Suède, dans la marine, je pense qu'on tiendra compte de ces expériences, en ce qui concerne la science des signaux, soit qu'il s'agisse des signaux mêmes et d'examens oculaires, soit qu'il s'agisse d'habituer des jeunes gens, des adolescents, des enfants même à bien voir les couleurs avant de les soumettre à l'examen oculaire qu'on leur impose aujourd'hui avant d'entrer dans les carrières où l'on juge les examens nécessaires; et, pour arriver à ce but, des toupies, de simples pirouettes à plateau dont une moitié est colorée et l'autre est blanche, ne seront-elles pas un des moyens les plus simples comme les plus économiques pour répandre ce genre de connaissances? »

M. **Dumas**, en exprimant le regret que les *Comptes rendus* de l'Académie ne puissent pas reproduire pour leurs lecteurs les expériences remarquables que M. Chevreul vient de mettre sous les yeux de la Compagnie, espère qu'une Note détaillée permettra à chacun de les répéter.

L'attention et la curiosité que vient d'exciter cette Communication, digne couronnement des travaux de notre confrère sur le contraste des couleurs, montrent à quel point elle intéresse la Physique, la Physiologie et les Beaux-Arts.

CHIMIE. — *Action de l'oxygène sur les chlorures acides et composés analogues: phosphore et arsenic.* Note de M. **Berthelot**.

« La chaleur de formation des chlorures métalliques proprement dits, pris sous l'état anhydre, surpasse en général celle des oxydes correspondants; aussi le chlore déplace-t-il en général l'oxygène dans les oxydes métalliques salifiables. Ce dernier fait est une vérité classique ([1]), que les données thermiques nous permettent de prévoir et d'interpréter.

» Au contraire, la chaleur de formation des acides formés par l'union de l'oxygène, soit avec les métalloïdes, soit avec les métaux, surpasse le plus souvent la chaleur de formation des chlorures correspondants. Dès lors la théorie indique que l'oxygène doit déplacer le chlore dans les chlorures réputés acides qui remplissent cette condition : je prouverai qu'il en est ainsi pour le phosphore, l'arsenic, le bore, le silicium.

» Ces déplacements sont simples et nets, toutes les fois que la différence entre les chaleurs de formation de l'oxyde et du chlorure est considérable et que les corps primitifs et résultants sont stables, c'est-à-dire pris audessous des limites de dissociation. La réaction exige pour se développer une température convenable, d'ordinaire voisine du rouge sombre.

» Les relations suivantes sont encore plus nettes : la chaleur de formation des bromures et surtout celle des iodures acides sont toujours très-inférieures à celle des acides correspondants. Aussi l'oxygène sec décompose-t-il au rouge naissant les bromures et les iodures acides (ceux-ci avec flamme, à cause de la petitesse relative de leur chaleur de formation), formés par le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, l'étain, le bore, le silicium.

» C'est ici le moment de bien préciser l'ordre des phénomènes que la théorie nouvelle permet de prévoir et l'ordre de ceux qu'elle laisse incertains : non parce qu'ils échappent à ses principes, mais à cause de notre ignorance actuelle des données qui en règlent l'application. En général, ce qui se passe au rouge blanc est au delà des limites de nos prévisions, parce que nous ne connaissons guère, pour ces températures, ni l'état de dissociation propre des composés, ni leur chaleur de formation.

» Insistons sur ces deux points. Un système dissocié renfermant une por-

---

([1]) Gay-Lussac et Thenard, *Recherches physico-chimiques;* Davy ; voir aussi le travail publié, dans ces dernières années, par M. R. Weber (*Pogg. Ann.*, t. CXII, p. 623-626).

tion du radical libre, celui-ci pourra s'unir avec un autre élément mis en présence. Celui des deux composés qui dégage le plus de chaleur tend à se former de préférence, suivant la proportion où il existerait à l'état isolé et à cette température, l'autre élément prenant pour son compte une fraction du radical resté libre, fraction déterminée par le coefficient de dissociation propre au deuxième composé; ce qui modifie quelque peu les conditions de l'équilibre relatif au premier. Les composés résultants pourront être manifestés par refroidissement brusque, ou par entraînement dans un courant gazeux, ainsi que l'ont montré les travaux classiques de M. H. Sainte-Claire Deville (1).

» En résumé, dans ces conditions, les réactions et les équilibres dépendent des coefficients de dissociation, mal connus au rouge blanc, et de la chaleur de formation des composés, qui ne l'est pas davantage, nos mesures actuelles se rapportant à la température ordinaire. A la vérité, les chaleurs spécifiques ayant été déterminées jusque vers 300 à 400 degrés, on peut calculer les chaleurs de formation des composés jusque vers le rouge sombre; mais au delà nous ignorons la loi de variation des chaleurs spécifiques. Or celles-ci croissent pour les gaz composés, observés par MM. Regnault et E. Wiedmann, avec une célérité extrême; par suite, les chaleurs de combinaison diminuent rapidement; peut-être même deviennent-elles nulles à une température suffisante (2); en tout cas, leur grandeur relative est modifiée dans une proportion inconnue.

» Je ne parlerai donc pas dans ce qui suit des réactions opérées sur les composés dissociés, ou pris à une température excessive.

» Voici le détail de mes observations :

I. — PHOSPHORE : *données thermiques* (3).

$P + O^5 = PO^5$ (acide phosphorique anhydre) dégage : $+181,9$ (Thomsen);
$P + O^3 = PO^3$ anhydre; chaleur inconnue, mais moindre que $+37,4$ ac. hydraté (id.);

$P + Cl^5 = PCl^5$ dégage $+107,8$ (Berthelot et Louguinine);

(1) A cet ordre de phénomènes paraissent se rattacher les formations des chlorures d'aluminium et de silicium aux dépens de la silice et de l'alumine chauffées au rouge blanc, dans les expériences de M. R. Weber (*Pogg. Ann.*, t. CXII, p. 611).

(2) Voir mes observations à cet égard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IV, p. 15.

(3) Ces données se rapportent à une température voisine de 15 degrés, tandis que les réactions qui vont être citées ont lieu vers 500 à 600 degrés. Mais l'écart des valeurs numériques ci-dessus est trop grand pour être compensé par les inégalités produites par les différences des chaleurs de fusion, de vaporisation et des chaleurs spécifiques, l'effet de toutes ces différences réunies ne pouvant guère être évalué au delà de 6 à 8 Calories.

$P + Cl^3 + O^2 = PCl^3O^2$ . . + 142,6 (B. et L.);
$P + Cl^3 \quad = PCl^3$ liq. . + 75,8 (B. et L.);
$P + Br^3$ gaz $= PBr^3$ liq. + 54,6 (B. et L.); Br^3 liq. + 42,6;
$P + I^3$ gaz. $= PI^3$ crist. + 26,7 (B. et L.); I^3 sol. + 10,5 [1].

» *Conséquences chimiques.* — 1° L'oxygène doit déplacer le chlore dans le perchlorure de phosphore, en formant d'abord de l'oxychlorure, ce qui dégagerait (à froid) + 39,7; puis de l'acide phosphorique anhydre, ce qui dégagerait : + 74,1 : c'est en effet ce que l'expérience vérifie. Le perchlorure chauffé avec l'oxygène vers 500 degrés, dans un tube de verre scellé, se change en oxychlorure, avec dégagement de chlore; observation qui confirme une expérience antérieure de M. E. Baudrimont. Au rouge vif, Davy a obtenu l'acide phosphorique.

» A la vérité, le changement du perchlorure en oxychlorure pourrait être interprété autrement. On pourrait admettre que le perchlorure se décompose à chaud en chlorure phosphoreux et chlore libre, le chlorure phosphoreux s'unissant ensuite pendant le refroidissement à l'oxygène de préférence au chlore. Mais cette préférence est une conséquence de la même théorie. En effet, l'union du chlorure phosphoreux avec l'oxygène dégage + 66,6, et avec le chlore + 32,0 seulement : ces deux réactions simples ont lieu d'ailleurs dès la tempéraţnre ordinaire, comme on le sait depuis longtemps pour le chlore, et comme M. Brodie l'a constaté pour l'oxygène.

» 2° L'oxygène doit déplacer et déplace en effet le chlore dans le chlorure phosphoreux vers le rouge, avec production intermédiaire d'oxychlorure et production finale d'acide phosphorique, cette dernière réaction dégageant en tout + 106,1 (calculée à froid). Observons qu'il ne saurait être question dans ces réactions et à cette température d'acide phosphoreux, lequel est changé par l'oxygène en acide phosphorique.

» 3° L'oxygène doit déplacer aisément le brome dans le bromure phosphoreux :

$$PBr^3 + O^5 = PO^5 + Br^3 \text{ gaz, dégagerait à froid....} \quad + 127,3.$$

» En fait, le bromure phosphoreux, chauffé dans une atmosphère d'oxygène sec, s'enflamme avec mise en liberté de brome, à une température qui ne semble pas fort éloignée de 200 degrés.

---

(1) Nous avons trouvé : PI^3 + eau, dégage + 49,6; avec la potasse, la chaleur dégagée, ainsi que la nature de la réaction, varie suivant la concentration.

» Le bromure phosphorique, si facilement décomposable en brome libre et brome phosphoreux, sera changé de même par l'oxygène en acide phosphorique.

» 4° *A fortiori*, les iodures de phosphore doivent-ils échanger facilement leur iode contre l'oxygène :

$$PI^3 + O^5 = PO^5 + I^3 \text{ (gazeux) dégagerait...} \quad + 155,9.$$

Avec PI^2, la chaleur dégagée sera plus grande encore.

» On s'explique aisément par ces chiffres l'inflammation des iodures de phosphore dans l'oxygène.

II. — Arsenic : *Données thermiques.*

$As + O^5$	$= AsO^5$ anhydre :	+ 109,7 (Thomsen);	
$As + O^3$	$= AsO^3$ anhydre :	+ 77,3 (Thomsen);	dissous + 73,5;
$As + Cl^3$	$= AsCl^3$ liquide :	+ 69,4 [Berthelot (1)];	
$As + Br^3$ gaz	$= AsBr^3$ cristall. :	+ 59,1 [Berthelot (2)];	Br^3 liq. + 47,1;
$As + I^3$ gaz	$= AsI^3$ cristall. :	+ 28,8 [Berthelot (3)];	I^3 solide + 12,6;

» *Conséquences chimiques.* — 1° D'après les chiffres du tableau, l'oxygène doit décomposer l'iodure d'arsenic, car

$$AsI^3 + O^3 = AsO^3 + I^3 \text{ (gaz) dégagerait à froid......} \quad + 48,5$$

(1) J'ai trouvé à 9 degrés : $AsCl^3$ liq. (1p + 180p eau renfermant 5KO), dégage + 66,8; d'où résulte que la transformation *théorique* :

$$AsCl^3 + 3HO + \text{eau} = AsO^3 \text{ étendu} + 3HCl \text{ étendu dégagerait......} \quad + 18,5$$

La réaction réelle donne un chiffre voisin.

(2) J'ai trouvé à 9 degrés : $AsBr^3$ cristallisé (1p + 90p eau, renfermant 5KO) dégage + 59,8. D'où résulte que la transformation *théorique*

$$AsBr^3 + \text{eau} = AsO^3 \text{ dissous} + 3HBr \text{ dissous, dégagerait..........} \quad + 11,5.$$

On sait que la réaction réelle forme d'abord un oxybromure précipité.

(3) J'ai trouvé à 9 degrés : AsI^3 cristallisé (1p + 90p eau renfermant 8KO) dégage + 46,2. D'où résulte que la transformation *théorique*

$$AsI^3 + \text{eau} = AsO^3 \text{ dissous} + 3HI \text{ dissous, absorberait............} \quad - 3,0.$$

La réaction réelle forme un oxyiodure. L'iodure d'arsenic, quoique bien cristallisé, a laissé un résidu insoluble s'élevant à 8 pour 100 et constitué par de l'arsenic métallique; ce résidu a été déduit, en le regardant comme un simple mélange. La sublimation de l'iodure laissait un résidu pareil d'arsenic, beaucoup moins volatil que l'iodure.

L'iodure d'arsenic chauffé dans l'oxygène s'enflamme, avec reproduction d'iode et d'acide arsénieux.

» 2° De même le bromure d'arsenic doit être décomposé par l'oxygène :

$$AsBr^3 + O^3 = AsO^3 + Br^3 \text{ gaz, dégagerait} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 18,2$$

Il suffit de faire tomber quelques gouttes de ce composé dans un matras de verre plein d'oxygène sec, et dont le fond est chauffé au rouge sombre, pour voir apparaître le brome, avec formation d'oxybromure. Le même essai, répété dans un matras à long col plein d'acide carbonique sec, ne détermine aucune décomposition du bromure d'arsenic.

» 3° L'oxygène doit déplacer le chlore et changer le chlorure d'arsenic en acide arsénieux, avec dégagement de chaleur, soit + 7,9 à froid, et une quantité plus forte vers 500 degrés (d'après un calcul fondé sur les chaleurs spécifiques connues et les chaleurs de vaporisation les plus probables). La formation de l'acide arsénique, si ce corps subsistait au rouge sans dissociation, ne pourrait qu'augmenter la chaleur dégagée.

» En fait, le chlorure d'arsenic, vaporisé dans un courant de gaz oxygène sec, à travers un tube de porcelaine rougi, se décompose avec formation de chlore libre et d'un oxychlorure gommeux, blanc et amorphe, dérivé des acides arsénieux et arsénique. Mais la réaction est incomplète, une partie du chlorure d'arsenic traversant le tube sans être altérée. La formation de chlore ainsi observée est conforme à la théorie.

» Cependant la réaction inverse est aussi possible; elle a été réalisée par M. R. Weber qui en a fait une étude spéciale (*Pogg. Annalen*, t. CXII, p. 619-624). Elle résulte de la transformation directe de l'acide arsénieux et du chlore en un composé intermédiaire et dissociable, répondant à un maximum thermique : c'est un oxychlorure complexe, déjà signalé plus haut, lequel se décompose très-facilement par distillation, en développant du chlorure d'arsenic et en laissant de l'acide arsénique. La réaction totale, exprimée par l'équation

$$5AsO^3 + 3Cl^2 = 3AsO^5 + 2AsCl^3,$$

dégagerait (à froid) + 81,4. L'oxychlorure est formé également avec dégagement de chaleur. Ce composé dissociable sert de pivot aux équilibres complexes qui permettent de déplacer, soit le chlore par l'oxygène, soit l'oxygène par le chlore.

» Des composés analogues jouent un rôle tout pareil dans les déplace-

ments réciproques entre les deux mêmes éléments combinés au fer, au manganèse, au cuivre, métaux avec lesquels l'oxygène et le chlore forment plusieurs composés en proportions différentes. Les effets résultent alors du concours de deux énergies : l'énergie chimique, qui détermine la réaction proprement dite, et l'énergie calorifique ou l'énergie de désagrégation, laquelle s'exerce sur certains des produits envisagés séparément, et spécialement sur le composé formé avec le plus grand dégagement thermique. De là résultent certains équilibres, accompagnés par la formation de divers composés intermédiaires ; les conditions de masses relatives et d'élimination par volatilité ou insolubilité régissent ces équilibres, le tout conformément aux lois de Berthollet, qui trouvent dans ce cas (¹) leur pleine application. Tels sont encore les déplacements réciproques entre les acides sulfurique et chlorhydrique unis aux alcalis, déplacements réglés par la formation d'un bisulfate, c'est-à-dire d'un composé formé avec le plus grand dégagement thermique, mais décomposable en partie par la chaleur ou par un dissolvant. J'ai donné ailleurs la théorie détaillée et précise de ces effets (²), théorie appuyée sur des expériences numériques et qui s'applique aux réactions, très-fréquentes en Chimie, où le maximum thermique répond à un composé dissociable, soit par l'échauffement, soit par la dissolution. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences tendant à imiter des formes diverses de ploiements, contournements et ruptures que présente l'écorce terrestre* (³) (suite); par M. **Daubrée.**

« *Ruptures résultant de déformations autres que la torsion.* — Dans les divers modes de flexion par lesquels j'ai cherché à imiter les ploiements et contournements des couches terrestres, il s'opère des déchirures ou des plans de rupture qui ont également leurs analogues dans la nature. On le constate surtout en opérant sur des substances à la fois flexibles et cassantes, comme paraissent l'avoir été beaucoup de roches, en présence des puissants efforts auxquels elles étaient soumises.

» 1° Des prismes de ces substances, en se ployant, peuvent se déchirer

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. IV, p. 205.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 519; 5ᵉ série, t. IV, p. 68, 70, 178.

(³) Voir les *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 733.

graduellement. La partie convexe, qui s'est rompue par l'effet d'une extension, étant tournée vers le haut, la déchirure va en se rétrécissant vers le bas, tandis que, dans sa projection horizontale, elle peut présenter des formes serpentantes ou en zigzag.

» Des formes de ce genre se rencontrent dans bien des vallées, depuis les fissures à peine entr'ouvertes, comme celles de la Tamina et de Trient en Suisse, du Fiers en Savoie, les *ruz* et *cluses* du Jura, et d'autres vallées dites d'écartement, jusqu'à des vallées bien plus évasées que l'on trouve fréquemment, même en dehors des chaînes de montagnes. Ce caractère de cassure n'a pu être entièrement effacé par de larges érosions, que l'action des anciens glaciers ou de grands cours d'eau leur a fait éprouver ultérieurement.

» Si l'on opère sur des alternances de couches cassantes et de couches plastiques, on peut imiter d'autres effets naturels, par exemple les ruptures qui se sont faites vers la partie culminante des voûtes jurassiques avec les *crêts* qui les encadrent ([1]).

» 2° Au lieu de ruptures par extension, il peut se produire des ruptures par *glissement* dans des déformations diverses, de même qu'il arrive dans les cas de torsion ([2]). Des prismes, dont la longueur est beaucoup plus grande que la largeur, comprimés dans le sens de leur longueur, s'infléchissent pendant quelque temps; puis parfois, au lieu de continuer à fléchir, ils se rompent sous l'action des mêmes pressions, par l'effet d'un glissement moléculaire; la rupture se fait suivant un plan, qui est ordinairement oblique sur la surface des couches. De plus, si la pression continue encore, il peut arriver que les deux parois de la fracture glissent l'une sur l'autre, et même se strient mutuellement, simulant ainsi une faille. Une fois ce mouvement de glissement commencé, il se poursuit indéfiniment, si la pression qui a causé la face de rupture persiste elle-même.

» La connexité que nous reconnaissons ainsi entre les effets de ploiements et ceux de rupture, sous l'action des *mêmes efforts*, paraît avoir eu très-fréquemment des analogues dans la nature. Pour beaucoup de terrains stratifiés, qui sont à la fois infléchis et traversés par des failles, l'observation a fait reconnaître comme très-vraisemblable que la cause des inflexions et celle de la formation des failles sont connexes. M. Hopkins

---

([1]) En même temps que la compression fait naître d'autres caractères à la base inférieure et concave de la couche.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 77, 283, 428.

l'a très-bien constaté dans le pays de Weald et, d'après les observations de M. de Lapparent, il paraît en être de même dans le soulèvement du pays de Bray ([1]). Tel est aussi le cas dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné : M. Lory a reconnu que ces masses montagneuses se divisent en quatre zones et sont séparées par des failles qui ont préparé le relief des chaînes; une de ces failles, qui commence au massif du Mont Blanc et va jusqu'au massif du Pelvoux, a une longueur de plus de 150 kilomètres. De même dans le Jura, les soulèvements en voûte, particulièrement nombreux dans la zone occidentale, ont été précédés par des failles, qui ont découpé les massifs.

» Dans ces exemples et dans bien d'autres qu'il serait facile de citer, les *mêmes efforts*, modifiés parfois dans leur direction et leur intensité, notamment par le déplacement des masses sur lesquelles ils s'exerçaient, paraissent avoir produit successivement ou alternativement des ploiements, des failles et des poussées auxquels se rattachent les rejets accompagnant ces failles.

» Ce mécanisme fait comprendre d'abord comment des actions, assez énergiques pour ployer des séries de couches sur des épaisseurs très-considérables, ont pu aussi déterminer des failles avec des dénivellations énormes. On conçoit de plus que ces dénivellations se soient produites parfois en sens contraire de la pesanteur, surtout si le mouvement ascensionnel se faisait sur des plans inclinés, en pente douce, ainsi que c'est le cas pour la faille bien connue de la Saxe orientale, entre Meissen et Zittau, ou pour la grande faille dite du Midi, dans le bassin du nord de la France et de la Belgique qui, par un grand refoulement, a poussé les assises dévoniennes au niveau de la partie moyenne du terrain houiller; cette faille s'étend des environs de Liége jusqu'à l'extrémité du Pas-de-Calais, et est actuellement reconnue sur plus de 200 kilomètres ([2]); son inclinaison par rapport à l'horizon descend au-dessous de 15 degrés. Il serait donc possible que cette faille considérable fût une suite des phénomènes de pression qui ont causé les replis multiples des couches dans la zone méridionale du bassin houiller; comme si l'effort, qu'elle qu'en soit la cause, qui a été assez puissant pour ployer, sur plus de 2500 mètres d'épaisseur, les couches

([1]) Il n'est pas nécessaire pour cela, comme on voit, d'avoir recours à l'hypothèse d'un pli très-aigu, comme M. Henri Rogers l'a proposé, après avoir signalé ce fait dans les Alleghanys.

([2]) Cornet et Briart, *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. II, 1875.

des terrains dévoniens et carbonifères, depuis le Pas-de-Calais jusqu'en Westphalie, n'avait pas été épuisé par un si gigantesque travail.

» 3° Une autre expérience a été faite, à l'aide de la presse hydraulique, sur un prisme à base carrée, formé du mélange de cire et de plâtre précédemment employé; ce prisme avait 14 centimètres de côté et 30 centimètres de hauteur. Les plaques de pression avaient exactement la dimension de la base de ce prisme, afin qu'elles ne s'opposassent pas, comme il était arrivé précédemment avec des plaques plus grandes, à certains mouvements relatifs qui pouvaient se produire à la suite de la rupture. Cette précaution, qui permet aux glissements de s'opérer librement, importe à la réussite de l'expérience.

» La pression a bientôt déterminé une fente plane et oblique à cette pression. Cette fente, partant de l'une des arêtes horizontales supérieures, s'est agrandie graduellement jusqu'à ce qu'elle eût gagné la face opposée, de manière à détacher un prisme triangulaire. Puis un glissement a commencé à se produire sur le plan incliné qui venait de se former et cette dénivellation, semblable à celle des failles, aurait continué si l'on n'avait pas arrêté l'expérience pour examiner les effets produits. La face de rupture, au lieu d'être tout à fait plane, était brisée; d'où il résultait, après le rejet, des alternatives de renflement et d'étranglement, comme en présentent la plupart des filons métallifères.

» Une seconde face de cassure, également oblique et symétriquement placée par rapport à la première, s'est formée à partir de l'arête inférieure, et s'est prolongée jusqu'à sa rencontre avec la précédente.

» Chacune des quatre faces s'est bombée par suite d'un commencement d'écoulement de la substance. Ce qui mérite particulièrement d'être signalé au point de vue qui nous occupe, c'est que, dans chacun de ces bombements très-surbaissés, il s'est produit des fentes rectilignes et parallèles, dont la plupart n'ont qu'une épaisseur très-faible; beaucoup ne se décèlent que par des lignes très-fines et très-régulières, qu'on pourrait croire tracées au burin.

» Ces fentes se groupent suivant deux directions qui, au moins dans le cas particulier, sont à peu près rectangulaires entre elles. Elles forment un réseau à mailles serrées et à peu près rectangulaires. Toutes fines qu'elles soient, elles sont fort nettes et très-nombreuses, car on peut en compter de 60 à 70 dans chaque direction, sur une étendue de 90 à 120 millimètres. De plus, en examinant à la loupe, on distingue, au milieu de fissures très-apparentes, des traits plus fins, exactement parallèles aux premiers et non moins réguliers que ceux-ci. Le tout rappelle un quadrillé ou un tissu

formé de fils fins, et disposés rectangulairement. La masse ainsi brisée est devenue clivable.

» Ces fissures plus ou moins fines paraissent devoir être tout à fait assimilées aux faces de joint, ainsi qu'aux clivages, si fréquents dans les roches.

» Dans les bombements, il s'est formé quelques fissures plus larges, mais moins régulières que les fissures fines dont il vient d'être question ; ces véritables fissures ont une tendance à épouser la double direction des systèmes conjugués, c'est-à-dire à être perpendiculaires entre elles. Leur disposition confirme une conclusion à laquelle était arrivé M. Hopkins, par des vues théoriques et dont il a constaté la vérification dans le pays de Weald et le Bas-Boulonnais.

» Les fentes *secondaires* dont il s'agit, joints et clivages, sont parallèles aux fentes *principales*, avec forts rejets, que l'on a signalés comme s'étant formés d'abord et qui sont comparables aux failles. C'est une corrélation comme celle que nous avons déjà reconnue dans les cassures de divers ordres, produites par la torsion. Une semblable corrélation se montre également de toutes parts dans l'écorce terrestre ; ainsi de petites fissures, de quelques mètres de longueur par exemple, sont en connexion avec de grandes fractures, pouvant avoir des centaines de kilomètres.

» Une pression latérale d'une direction unique a suffi pour produire les plans de division qui sont obliques sur cette pression et qui, dans cette masse à peu près homogène, sont disposés symétriquement par rapport à elle.

» Comme dans les cas de torsion, les fissures qui se sont produites à un intervalle de temps très-court, et qui seraient qualifiées de contemporaines par les géologues, peuvent se présenter comme si elles étaient d'âge différent. De ces deux systèmes, il résulte, entre autres particularités, des cassures en échelons ou en gradins.

» Ainsi qu'on vient de le reconnaître, ces systèmes de fissures causés par une pression offrent des analogies multiples avec celles que produit la torsion. C'est une nouvelle manifestation d'accidents parallèles et conjugués, produits par des glissements moléculaires. Elles apprennent donc que la torsion n'est pas exclusivement nécessaire pour produire des plans de rupture comparables aux failles, aux joints, aux clivages. Des déformations d'une autre nature et souvent très-faibles ont pu les engendrer dans les roches de toutes sortes. La torsion n'est qu'un cas particulier de déformation, dans lequel les pressions agissent dans un ordre déterminé.

» D'un autre côté, les plans de division si rapprochés, dont il vient

d'être question, rappellent aussi les faces de glissement qui produisent la schistosité.

» Les premiers résultats d'expériences sur les ploiements, contournements et ruptures des roches, qui viennent d'être signalés, sont incomplets, notamment en ce qui concerne les causes de la dissymétrie transversale, parmi lesquelles il faut compter aussi l'inertie des roches ; cependant je crois devoir les présenter aux géologues, à titre de documents, pour servir à l'intelligence des dislocations subies par les roches stratifiées.

» Une grande distance, qu'il pourrait paraître téméraire de franchir, sépare nos faibles moyens d'exécution de la gigantesque énergie mise en œuvre dans la nature. Cependant, à côté de grands ploiements, on en rencontre qui sont beaucoup moindres, tout en présentant des analogies évidentes avec les premiers. Comme nous l'avons remarqué pour les joints qui se lient aux failles, ces similitudes servent à établir un trait d'union entre le phénomène naturel et l'expérience.

» De même qu'on l'a fait, après un demi-siècle de discussions, pour les deux doctrines neptunienne et plutonienne, qui faisaient intervenir exclusivement l'eau et le feu, l'expérience tend à faire admettre que les actions lentes et les actions brusques, loin d'être incompatibles entre elles, ont été solidaires et connexes, les unes ayant amené les autres ».

BOTANIQUE FOSSILE. — *Observations sur la nature des végétaux réunis dans le groupe des* Nœggerathia; *type des* Nœggerathia expansa *et* cuneifolia *de Brongniart*. Note de M. G. DE SAPORTA.

« Des quatre types confondus sous la dénomination de *Nœggerathia*, j'ai fait voir que le premier était une Cycadée paléozoïque, la plus ancienne du groupe ; le deuxième une Salisburiée primitive ou *Ginkgophyllum*, le troisième un genre de Gymnospermes entièrement disparu ; il me reste à examiner le quatrième type, signalé depuis longtemps par Brongniart, Kutorga, Eichwald et Gœppert dans les grès permiens de la Russie ouralienne, et qui n'a pas été, que je sache, retrouvé ailleurs jusqu'à ce jour. Ce type n'est pas moins curieux que les précédents, et, malgré l'affinité apparente qui a longtemps porté à les réunir tous dans un même cadre, il s'écarte tellement des trois autres, qu'il doit être reporté en réalité, non-seulement dans un ordre et une classe différents, mais, selon toute probabilité, dans un autre embranchement.

» J'ai étudié à loisir les échantillons de *Nœggerathia expansa* et *cuneifolia* déposés dans la collection du Muséum de Paris; ces exemplaires ont servi de type aux espèces décrites par Brongniart dans la *Géologie de la Russie d'Europe* de Murchison. Ces mêmes espèces ont été également figurées par Eichwald dans le *Lethæa rossica*, et par Kutorga. Leur étude me porte à admettre l'existence d'une troisième, peut-être même d'une quatrième espèce, se rattachant au même type que les deux premières, et enfin, à côté de ces formes congénères, une empreinte des mines de Malamosinskoï est venue me révéler un type entièrement nouveau qui se relie pourtant au précédent, au moins par la dichotomie caractéristique de la côte médiane.

» Ces espèces, à l'exception de la dernière, sont d'une très-grande taille, ce qui fait que l'on ne possède généralement d'elles que des segments de fronde; beaucoup plus rarement on a sous les yeux, sinon des frondes complètes, du moins des parties assez considérables pour faire juger de l'ensemble et permettre la reconstruction de l'organe. Les segments sont tous cunéiformes, c'est-à-dire étalés en éventail ou élargis de bas en haut et subdivisés en lacinies ou segments secondaires également en coin. Les partitions principales sont presque constamment dichotomes et, soit les rachis, soit les segments, offrent des exemples fréquents de dichotomie; mais on observe aussi des incisures pinnées et d'autres trichotomes. Les caractères tirés de la nervation présentent beaucoup de fixité; il ne s'agit plus ici de nervures égales partant simultanément de la base des feuilles ou des folioles pour s'irradier plus ou moins et parcourir l'étendue entière du limbe, mais on distingue constamment une côte moyenne d'où sortent des nervures latérales qui se détachent de cette branche-mère sous un angle plus ou moins aigu pour l'étaler ensuite, en donnant lieu à des dichotomies successives; ces nervures ainsi disposées occupent l'expansion limbaire frangée, lobulée ou lacinée, vers le haut ou sur les côtés, qui constitue les segments. Dans le *N. cuneifolia* ces segments sont étroits et longs; ils se dilatent et se partagent en incisures alternatives. Les segments du *N. expansa* sont plus larges, plus étalés en éventails, plus frangés latéralement. Les rachis, outre les divisions opérées par dichotomie, donnaient naissance, dans cette espèce, au-dessous des bifurcations, à des expansions ou auricules opposées ou subopposées.

» Les caractères que je viens de définir conviennent à des Fougères plus qu'à toute autre classe de végétaux. C'est seulement parmi elles, et plus particulièrement parmi les fossiles, que l'on rencontre des frondes pour-

vues çà et là d'un rachis accidentellement ou normalement dichotome. Quant à la nervation formée d'une branche mère parcourant les segments et l'affaiblissant dans son parcours par l'émission successive de nervures obliques et latérales, c'est encore parmi les Fougères que l'on en retrouve de nombreux exemples, et c'est justement sur la considération de ce mode de nervation que repose l'existence du groupe des *Sphenopteris,* dont le rôle a été si considérable dans la flore paléozoïque. Il y a plus, il existe dans le carbonifère d'Angleterre, et aussi dans le permien de Lodève, un type de Fougères très-remarquable, séparé des *Sphenopteris* proprement dits par M. Schimper, sous le nom d'*Eremopteris,* et qui présente, avec des dimensions réduites, tous les caractères des prétendus *Nœggerathia* de Russie : la dichotomie de la fronde, les lobes supplémentaires inférieurs aux branches de la dichotomie, enfin la partition en segments cunéiformes et le mode de nervation qui leur est particulier.

» Il est donc fort vraisemblable que les trois espèces de la région ouralienne, pour lesquelles la dénomination générique de *Psygmophyllum* a été proposée, ont fait partie d'un groupe allié d'assez près aux *Eremopteris,* constituant un type de Félicinées dont rien, il est vrai, ne donne plus qu'une idée éloignée dans le monde actuel, sauf certains *Asplenium* (*A. furcatum*, Thb., et quelques Schizœacées (*Aneimia villosa,* H. et B., *A. adiantifolia,* Sw.).

» Il serait encore possible, en ne s'arrêtant ni à la taille, ni à la consistance, de comparer le mode de segmentation et de distribution des nervures des frondes de *Psygmophyllum* aux parties stériles et submergées de celles des Parkériées (genres *Ceratopteris,* Brongt. et *Parkeria,* Hook.), Fougères indigènes des stations marécageuses intertropicales. Seulement, dans cette tribu très-anomale, les nervures latérales se trouvent reliées par des anastomoses formant réseau et je me serais gardé d'insister sur un pareil rapprochement, si une empreinte provenant des mêmes grès permiens que les *Psygmophyllum,* et offrant avec ceux-ci une affinité au moins apparente, n'avait attiré tout récemment mon attention.

» Elle provient de la mine de Malamosinskoï, dans le gouvernement de Perm; c'est une fronde de petite taille, puisqu'elle mesure en tout 9 centimètres de long, y compris le pétiole qui est intact, un peu recourbé et haut de $0^{m}035$. Ce pétiole se bifurque à son entrée dans le limbe, qui se partage lui-même en deux segments faiblement, mais sensiblement inégaux, celui de gauche dépassant l'autre de 3 à 4 millimètres. Chacun des segments est desservi par une des branches de la côte médiane qui se prolonge jusqu'au

sommet, en s'affaiblissant graduellement par l'émission de plusieurs rameaux détachés vers les segments secondaires qui découpent les deux principaux; enfin, des veines obliques, sorties de ces rameaux, vont aboutir à la marge distinctement lobulée ou sinuée-denticulée. Bien que les détails de la nervation n'aient rien de très-net, il est certain cependant que les veines latérales sont réunies entre elles par des anastomoses obliques, dont l'analogie avec celles qui forment le réseau veineux des Parkériées est parfaitement saisissable.

» Dans la recherche difficile des affinités de cette feuille, si ambiguë de caractères, empruntant à son mode de partition un certain air de ressemblance avec les Salisburiées, et rapprochée en apparence des Dicotylédones par son réseau veineux, j'ai été aidé puissamment par les conseils de M. Joseph Dalton-Hooker et je tiens de lui le dessin d'une feuille submergée de *Ceratopteris* [1], scindée en deux par une dichotomie accidentelle de la côte médiane, dont la liaison avec l'empreinte de Malamosinskoï est tout à fait évidente. Je propose pour cette espèce, considérée par Brongniart comme un *Nœggerathia*, la désignation de *Dichoneuron Hookeri*.

» En résumé, si l'on admet la réalité des vues que j'ai successivement exposées, le groupe des *Nœggerathia* devrait être distribué tout autrement qu'il l'a été jusqu'ici; ainsi que le montre le tableau suivant :

SPECIERUM FOSSILIUM AD NOEGGERATHIAS HUCUSQUE RELATARUM NOVA DISTRIBUTIO.

CRYPTOGAMÆ.	GYMNOSPERMÆ.
Filices.	*Cycadeæ.*
G. PSYGMOPHYLLUM, Schimp. (emend.	G. NOEGGERATHIA, Sternb. (emend.).
1. *P. expansum* (Brongt.), Schimp. — Permien de Russie.	1. *N. foliosa*, Sternb. — Carbonifère moyen de Bohême.
1. *P. cuneifolium* (Brongt.), Schimp. — *Ibid.*	2. *N. rhomboidalis*, Vis. — *Ibid.*
2. *P. santagoulourensis*, Sap., sp. nov. — *Ibid.*	*Subconiferæ.*
G. DICHONEURON, Sap. — Nov. gen. Parkeriis verosimiliter accedens.	G. DOLEROPHYLLUM, Sap. — Nov. gen. medium inter Cycadineas Taxineasque gradum tenens.
1. *Dichoneuron Hookeri*, Sap. — Permien de Russie.	1. *D. Gœpperti* (Lichw.), Sap. — Permien de Russie et de Bohême.

[1] Je dois aussi des remercîments à M. le professeur Bureau pour l'obligeance qu'il a mise à me procurer des échantillons de *Parkeria* et de *Ceratopteris*.

GYMNOSPERMÆ (suite).

Salisburieæ.

G. GINKGOPHYLLUM, Sap.

1. *G. flabellatum* (Lindl. et Hutt.), Sap. — Carbonifère d'Angleterre.

2. *G. Grassetti*, Sap. — Permien de Lodève.

3. *G. kamenskianum*, Sap. — Permien de Russie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Morin, Phillips et H. Sainte-Claire Deville réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Tresca.

Prix Gegner : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Bertrand et Chasles réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Berthelot et H. Sainte-Claire Deville.

Prix Delalande-Guérineau : MM. d'Abbadie, Pâris, de Quatrefages, Mouchez et Cosson réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jurien de la Gravière et Dumas.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques pour 1880 : MM. Chasles, Puiseux, Hermite, Bertrand et Liouville réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Bouquet.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences physiques*) pour l'année 1880 : MM. Milne-Edwards, Jamin, Berthelot, E. Becquerel et Fizeau réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Des Cloizeaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-J. Gruey adresse un Mémoire intitulé : « Essai de distribution par groupes géométriques des accélérations d'un solide ».

(Commissaires : MM. Puiseux, Resal.)

Un Anonyme adresse, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, un Mémoire manuscrit intitulé : « Sensibilité et folie ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.)

M. E. Ancelet adresse, pour le Concours de Médecine et Chirurgie, plusieurs Mémoires accompagnés d'une Note manuscrite.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier fascicule d'un ouvrage de M. *Boileau*, intitulé : « Notions nouvelles d'Hydraulique concernant principalement les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières » ;

2° Un ouvrage intitulé : « Revue iconographique des Tettigonides », par M. *V. Signoret* (extrait des « Annales de la Société entomologique de France ») ;

3° Un ouvrage intitulé : « Essai sur les Cochenilles ou gallinsectes (Homoptères, Coccides) », par M. *V. Signoret* (extrait des « Annales de la Société entomologique de France »).

L'Académie royale de Pélore adresse l'expression des regrets que lui inspirent les pertes récentes que l'Académie a éprouvées dans la personne de plusieurs de ses Membres.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle petite planète, à l'Observatoire de Paris, le* 6 *avril* 1878, par M. **Prosper Henry**; communiquée par M. Yvon Villarceau.

Position de la planète (186).

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
1878; avril 6..........	$8^h 30^m$	$12^h 45^m 17^s$	$-4^\circ 38'$

» Mouvement diurne : en ascension droite — 66^s; en déclinaison + $1'$.

» La planète ressemble à une étoile de 11e,5 grandeur. »

CINÉMATIQUE. — *Sur les conditions que doit remplir un espace pour qu'on y puisse déplacer un système invariable, à partir de l'une quelconque de ses positions, dans une ou plusieurs directions.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« II. Pour qu'une figure, en se déplaçant dans un espace, reste invariable, il faut et il suffit que la dilatation λ de l'un quelconque de ses éléments linéaires soit nulle. Cela exige que tous les coefficients L_{ij} de notre précédente Communication soient nuls ou que l'on ait, quels que soient i et j,

$$(a) \qquad \sum_k \left(\frac{\partial a_{ij}}{\partial x_k} \delta x_k + a_{ik} \frac{\partial\, \delta x_k}{\partial x_j} + a_{jk} \frac{\partial\, \delta x_k}{\partial x_i} \right) = 0,$$

soit $\frac{n(n+1)}{2}$ équations à dérivées partielles du premier ordre simultanées entre les n fonctions indéterminées δx_i.

» Pour que l'espace considéré soit tel qu'un système invariable puisse y recevoir un déplacement continu, il faut donc et il suffit que ces équations soient compatibles; si elles le sont et qu'elles n'admettent qu'une solution commune sans arbitraires, la figure ne pourra recevoir qu'un seul déplacement, comme cela a lieu, par exemple, sur les surfaces de révolution autres que la sphère et le plan; si elles admettent une solution commune avec des arbitraires, la figure pourra, à partir de l'une quelconque de ses positions, être déplacée dans plusieurs directions différentes.

» La théorie des équations à dérivées partielles fournit ainsi un moyen général de vérifier le fait, quelles que soient les variables employées x_i.

» Maintenant, pour interpréter le résultat de ces calculs, nous pouvons choisir des variables qui les simplifient. Or, je dis que, quel que soit le déplacement élémentaire d'une figure (variable ou invariable de forme), il est toujours possible, en conservant la variable x_n, de choisir les $n-1$ autres variables de façon qu'elles ne changent pas pendant le déplacement. Concevons en effet qu'on intègre le système des $n-1$ équations différentielles ordinaires :

$$(b)\qquad \frac{dx_1}{\delta x_1}=\frac{dx_2}{\delta x_2}=\frac{dx_3}{\delta x_3}=\ldots=\frac{dx_n}{\delta x_n}.$$

» Une intégrale x'_i de ce système d'équations est telle que

$$\frac{\partial x'_i}{\partial x_1}\delta x_1+\frac{\partial x'_i}{\partial x_2}\delta x_2+\ldots+\frac{\partial x'_i}{\partial x_n}\delta x_n,$$

c'est-à-dire $\delta x'_i$, est identiquement nul. Il suffit donc de prendre pour les $n-1$ nouvelles variables $n-1$ intégrales x'_i pour satisfaire à la condition voulue [1].

» Supposons donc que les variables x_i aient été choisies de façon que les δx_i soient tous nuls, sauf δx_n; les $\frac{n(n+1)}{2}$ équations de condition écrites plus haut se réduisent alors, chacune, à leur dernier terme et deviennent

$$(c)\qquad \frac{\partial a_{ij}}{\partial x_n}\delta x_n+a_{in}\frac{\partial\,\delta x_n}{\partial x_j}+a_{jn}\frac{\partial\,\delta x_n}{\partial x_i}=0.$$

Posons $\delta t\int\frac{dx_n}{\delta x_n}=f$, f étant ainsi une fonction finie des n variables x_i.

» On vérifiera sans difficulté qu'on satisfait aux $\frac{n(n+1)}{2}$ équations (c) en prenant

$$(d)\qquad a_{ij}=\mathrm{N}_{ij}+\mathrm{N}_i\frac{\partial f}{\partial x_j}+\mathrm{N}_j\frac{\partial f}{\partial x_i}+\mathrm{N}\frac{\partial f}{\partial x_i}\frac{\partial f}{\partial x_j},$$

où tous les N avec ou sans indices représentent des fonctions des $n-1$

---

[1] Ce résultat est facile à interpréter géométriquement ou à établir directement par des considérations purement cinématiques. On arrive même ainsi à une démonstration extrêmement élémentaire et n'exigeant aucun préambule autre que la définition de l'hélice, pour établir que le mouvement élémentaire d'un système invariable dans l'espace ordinaire est hélicoïdal. Je donne cette démonstration dans les leçons que je professe à l'École Centrale.

variables, autres que x_n, fonctions arbitraires sous les réserves suivantes : $N_{ij} = N_{ji}$; $N_{in} = N_{ni} = 0$, quel que soit i; $N_n = 0$, dont la première vient de ce que $a_{ij} = a_{ji}$.

» On vérifiera aussi que c'est là la solution la plus générale des équations (c).

» On en déduit

$$ds^2 = \sum_{ij} a_{ij}\,dx_i\,dx_j$$
$$= \sum_{ij} N_{ij}\,dx_i\,dx_j + 2\sum_{ij} N_i \frac{\partial f}{\partial x_j}\,dx_i\,dx_j + N\sum_{ij} \frac{\partial f}{\partial x_i}\frac{\partial f}{\partial x_j}\,dx_i\,dx_j,$$

ou plus simplement

$$(e) \qquad ds^2 = \sum_{ij} N_{ij}\,dx_i\,dx_j + 2\,df\sum_i N_i\,dx_i + N\,df^2.$$

» Observons que la lettre x_n ne figure pas dans les coefficients du second membre; que, de plus, dans les sommes Σ, on peut supposer que i et j ne prennent que les valeurs $1, 2, 3, \ldots, n-1$; car les termes répondant à i ou $j = n$ sont nuls en vertu de $N_{in} = N_n = 0$.

» Donc, si l'on prend $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ et f pour variables, le second membre est une forme quadratique de n différentielles : $dx_1, dx_2, \ldots, dx_{n-1}, df$, dont les coefficients ne renferment pas la variable f; réciproquement, il est évident que, si un espace est tel que son ds^2 puisse être mis sous la forme (e) dans les coefficients de laquelle manque une des variables, celle f, un système invariable pourra y être déplacé.

» Il suffit, en effet, de donner à une figure le déplacement pour lequel $\delta x_1 = \delta x_2 = \ldots, \delta x_{n-1} = 0$ et $\delta f = \varepsilon =$ const., pour que δds soit identiquement nul. On a donc ce théorème :

» *Pour qu'un espace soit tel qu'on y puisse déplacer un système invariable, à partir de l'une quelconque de ses positions dans une direction, il faut et il suffit que la forme quadratique qui représente, dans cet espace, le carré de l'élément linéaire, puisse être transformée de façon que ses coefficients perdent une de leurs variables.*

» *Pour qu'une figure puisse être déplacée dans k directions distinctes, il faut et il suffit que cette forme puisse être transformée de manière, non pas à perdre k de ses variables, mais à perdre, de k manières différentes, une de ses variables.*

» Au sujet des k manières *distinctes* de faire perdre à une forme une de ses variables, nous devons faire la remarque suivante :

» Si une forme peut être transformée d'*une* manière, de façon que ses coefficients perdent une des variables f, elle peut toujours l'être d'une infinité d'autres manières. Il suffit, à la place des $n-1$ variables x_i, de prendre $n-1$ nouvelles variables x'_i, fonctions arbitraires des x_i, et, à la place de la variable f, une variable $f' = Cf + \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1})$, C étant une constante et φ une fonction arbitraires; mais toutes ces transformations sont les mêmes, comme résultant des mêmes équations (b) dont on a seulement pris $n-1$ solutions différentes; elles conduisent toutes à un seul et même déplacement élémentaire. »

PHYSIQUE. — *Sur la transparence des flammes colorées*. Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Ces recherches ont été faites en partie avec le photomètre déjà décrit (1); mais, le plus souvent, j'ai employé un autre appareil qui permet de mesurer des radiations très-faibles, et dont voici le principe.

» L'objectif du collimateur d'un spectroscope est à demi recouvert par un miroir plan, sur lequel se réfléchissent les rayons sortis d'un second collimateur, qui deviennent, après réflexion, parallèles à l'axe du premier. On a donc, dans le plan focal de la lunette, deux spectres superposés, qu'on reçoit sur une fente parallèle aux raies, qui tient lieu d'oculaire. Chacune des deux flammes que l'on compare envoie ses rayons dans l'un des collimateurs; l'œil placé à la fente oculaire voit à travers les prismes la moitié de chacun des deux objectifs, sous l'aspect d'un cercle dont les deux moitiés sont de même couleur et d'éclat différent; on leur donne le même éclat au moyen de deux Nicols dont est muni le second collimateur. L'angle de leurs sections principales est lu sur un cercle gradué et permet de calculer le résultat de l'expérience (2).

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 269.

(2) L'appareil présente diverses dispositions difficiles à décrire sans figure, et qui ont pour objet de faciliter le réglage, de mesurer exactement les limites du faisceau que reçoit l'œil, de rendre le résultat de la mesure photométrique indépendant de la position qu'il occupe, et de faire que ce résultat corresponde bien à la définition de l'éclat d'une raie ou d'une bande que l'on trouvera plus loin. Le modèle actuel a deux prismes de sulfure de carbone et des lunettes de 38 centimètres de foyer; il peut servir aux observations spec-

» Les flammes colorées sont produites par la combustion d'un mélange homogène de gaz d'éclairage et d'air qui tient en suspension un sel métallique réduit en poussière impalpable. Leur réglage constitue la principale difficulté des expériences ; il faut surtout que la composition du mélange combustible soit rigoureusement constante. Ce résultat est atteint au moyen d'un régulateur qui annule complétement les variations de pression du gaz et de l'air. Les flammes sont très-légèrement réductrices ; elles ont sensiblement la température maximum que donne un mélange de gaz et d'air. On évite au besoin l'action de l'air ambiant en enfermant la flamme colorée dans une autre flamme de même température, mais dépourvue de vapeurs métalliques. Le noyau intérieur est très-peu élevé ; c'est un peu audessus de sa pointe que l'on vise la flamme, qui se comporte alors comme un mélange homogène. Les dispositions employées permettent de faire varier son éclat dans des limites étendues (de 1 à 1000 pour le sodium).

» A l'autre collimateur on place une lampe Bengel munie d'un régulateur Giroux.

» Voici les résultats des expériences faites avec ces appareils :

» 1° *Transparence de la flamme pour les rayons qu'elle n'émet pas.* — On reçoit dans l'appareil les rayons d'une lampe Bengel, munie d'un régulateur, en les obligeant à traverser la flamme colorée, ou en supprimant celle-ci. Les expériences sont disposées de telle sorte que la réfraction produite par la flamme ne peut pas avoir d'effet nuisible. On a opéré avec des flammes très-vives, chargées de sodium, lithium, calcium et strontium, et pour divers rayons pris dans les intervalles des raies. Dans tous les cas, on a constaté que la flamme est entièrement transparente; l'absorption, si elle existe, est certainement moindre que $\frac{1}{50}$.

» 2° *Transparence de la flamme pour ses propres radiations.* — Pour donner aux résultats une signification précise, j'ai mesuré la quantité que voici : une couche homogène de vapeur métallique incandescente étant donnée, si l'on double son épaisseur, sans rien changer aux autres conditions de l'expérience, l'éclat d'une des raies, ou des bandes, ou du spectre continu qu'elle donne, se trouve multiplié par un facteur K, compris entre 2 et 1. C'est ce facteur que j'ai mesuré par deux méthodes différentes : 1° en plaçant derrière une flamme colorée une deuxième flamme identique à

---

troscopiques ordinaires en remplaçant la fente oculaire par un oculaire : l'appareil tout entier peut tourner autour d'un axe vertical ; il a été construit avec soin et habileté par M. Lutz, à qui est due cette dernière disposition, fort commode pour le réglage.

la première; 2° en plaçant une flamme au centre d'un miroir de pouvoir réflecteur connu. Les deux méthodes ont donné des résultats concordants. Les flammes employées sont de révolution, mais, comme on n'utilise qu'une très-petite portion de leur surface, il n'y a pas lieu d'en tenir compte.

» Avant de donner les résultats, je dois définir ce que j'appellerai l'*éclat d'une raie*. Plaçons devant la flamme un milieu absorbant qui laisse passer intégralement les rayons qui constituent la raie, ou la bande, ou le groupe de raies que l'on étudie, et qui arrête tous les autres ; puis comparons l'éclat de la flamme à celui d'une surface lumineuse de même couleur, et d'éclat invariable ; le résultat sera l'éclat de la flamme pour la raie considérée, ou simplement l'éclat de la raie, rapporté à une unité arbitraire.

» Pour les spectres continus donnés par le potassium, le sodium, dans les flammes très-brillantes, les sels d'alumine et de magnésie, etc., on trouve K égal à 2, et par suite une transparence complète ([1]). Il en est de même pour les flammes chargées de particules solides, en trop petit nombre pour arrêter une quantité de lumière appréciable. Ce résultat prévu vérifie le précédent.

» Pour les principales bandes du strontium, du calcium et du baryum, on trouve pour K des nombres compris entre 1,94 et 2. Il y a donc une petite absorption dont je n'ai pu encore déterminer exactement la valeur pour chaque bande.

» Jusqu'ici nous avons constaté une transparence complète ou presque complète. Il n'en est plus de même pour les raies étroites ; je soumettrai prochainement à l'Académie les résultats qui les concernent. »

([1]) Ces spectres continus n'ont peut-être pas attiré l'attention autant qu'ils le méritent. Pour le sodium, cette circonstance que le fond est bien plus brillant près de la raie D ne permet pas de l'attribuer à autre chose qu'à la vapeur du sodium. Dans le bleu moyen son éclat est encore $\frac{1}{500}$ environ de celui d'une lampe à gaz, pour les mêmes rayons. Si l'on admet que l'éclat d'un corps noir, à la température de la flamme colorée, soit 100 fois plus grand que celui de la lampe à gaz, on voit que le pouvoir émissif de la flamme colorée, pour une épaisseur de 2 centimètres, serait $\frac{1}{50000}$; pour une épaisseur de n mètres, il serait égal à $1-(0,999)^n$, ce qui donne les nombres suivants :

n.	$1-(0,999)^n$.
1000	0,632
2000	0,865
4000	0,982

L'ordre de grandeur de ces résultats est seul à considérer. On voit que, pour de grandes épaisseurs, le spectre devient tout à fait continu : cette cause suffirait à elle seule à expliquer la continuité de la radiation solaire.

PHYSIQUE. — *Sur la variation des indices de réfraction dans des mélanges de sels isomorphes.* Note de M. H. DUFET, présentée par M. Daubrée.

« Les sels isomorphes présentent, comme on sait, des propriétés optiques analogues; dans les cristaux appartenant aux systèmes à deux axes optiques, le sens de la double réfraction est en général le même, et les indices principaux, rangés par ordre de grandeur, correspondent aux mêmes axes cristallographiques. Des recherches sur ce sujet ont été faites d'abord par de Senarmont; ayant vu dans certains cristaux isomorphes la double réfraction changer de signe, il en conclut qu'il n'y avait pas d'analogie entre la forme cristalline et les propriétés optiques: des conclusions différentes ressortiraient d'un Mémoire de MM. Haldor Topsoë et Christiansen, publié en janvier 1874 dans les *Annales de Chimie et de Physique*. Ces savants ont déterminé, dans de nombreux sels, les valeurs des indices principaux, et ont montré qu'il y avait réellement analogie, mais que dans certains cas la différence entre les indices est énorme par rapport à celle des paramètres cristallographiques.

» Si, au lieu d'étudier les sels isomorphes à l'état pur, on étudie les propriétés optiques de mélanges dont on connaisse la composition chimique, on voit dans ces propriétés une continuité remarquable. J'ai étudié ainsi des mélanges de sulfates de la série magnésienne, et voici quels sont les résultats auxquels je suis arrivé jusqu'à présent, pour des mélanges de sulfates de nickel et de magnésie, à 7 équivalents d'eau.

» Ces sulfates cristallisent, comme tous ceux de cette série, en prismes orthorhombiques, voisins de 91° ; l'angle est égal à 91°10′ pour le nickel et à 90°38′ pour la magnésie. La bissectrice de l'angle aigu des axes optiques coïncide avec la bissectrice de l'angle aigu du prisme. Il est facile d'obtenir par clivage des faces normales à cette bissectrice, et de tailler des prismes ayant leur arête réfringente parallèle aux arêtes du cristal, donnant l'indice moyen par la déviation de l'image ordinaire.

» Lorsqu'on fait cristalliser un mélange de ces sulfates, les cristaux sont très-purs, et présentent tous la même composition chimique et les mêmes propriétés optiques. J'ai étudié cinq de ces mélanges, dont la composition a ensuite été déterminée. On trouvera plus loin les compositions centésimales et les indices moyens pour la raie D du sodium. L'indice croît régulièrement à mesure que la proportion de nickel augmente.

» J'ai refait pour les sels purs, sulfate de nickel et sulfate de magnésie,

les déterminations complètes des trois indices principaux. Les observations sur le sulfate de magnésie m'ont donné très-sensiblement les mêmes nombres qu'à MM. Topsoë et Christiansen; mais, pour le nickel, j'ai constamment trouvé des nombres un peu plus élevés; les valeurs moyennes des observations sur ce sel sont

$$\gamma = 1{,}4923, \quad \beta = 1{,}4893, \quad \alpha = 1{,}4693,$$

au lieu de

$$\gamma = 1{,}4921, \quad \beta = 1{,}4888, \quad \alpha = 1{,}4669. \text{ (Topsoë et Christiansen.)}$$

» De même l'angle des axes optiques est un peu plus petit, 41° 54' au lieu de 41° 56'. Ce sont là, dans tous les cas, des différences bien faibles, et qui tiennent, je pense, à ce que le sel étudié par MM. Topsoë et Christiansen, contenait quelques centièmes de sels isomorphes. Le sulfate de nickel est, en effet, de tous les sels de la série magnésienne, celui qui a les indices les plus élevés et le plus petit angle des axes.

» En cherchant pour chacun des sels précédents, non plus la composition centésimale, mais la composition en équivalents, on arrive à la loi expérimentale suivante :

» *Les différences entre les indices d'un mélange de deux sels isomorphes et ceux des sels composants sont en raison inverse des nombres d'équivalents des deux sels qui entrent dans le mélange.*

» En d'autres termes, la courbe qui a pour ordonnées les indices et pour abscisses les équivalents est une droite; j'appelle *équivalent* du mélange la quantité contenant un équivalent de SO^4, 7HO, soit 111.

» Je donne, dans le tableau suivant, les compositions centésimales et les équivalents des sels étudiés, leurs indices mesurés et calculés par la loi précédente, ainsi que les différences entre l'observation et le calcul.

	Proportion pour 100 de			Indice moyen pour la raie D.		
Sels.	$MgO, SO^4, 7HO$	$NiO, SO^3, 7HO$	Équivalents.	Mesuré.	Calculé.	Différences.
$MgO, SO^3, 7HO$.	100	0	123	1,4554	»	»
Mélange 1.....	71,65	28,35	127,51	1,4645	1,4641	+ 0,0004
» 2.....	59,3	40,7	129,58	1,4675	1,4681	— 0,0006
» 3.....	46,1	53,9	131,87	1,472	1,4725	— 0,0005
» 4.....	28,05	71,95	135,12	1,479	1,4788	+ 0,0002
» 5.....	20,9	79,1	136,47	1,483	1,4815	+ 0,0015
$NiO, SO^3, 7HO$.	0	100	140,54	1,4893	»	»

» L'analyse du n° 5 aurait eu besoin d'être reprise, mais je n'avais plus de sel à ma disposition.

» Cette loi de la variation de l'indice peut être regardée comme une conséquence de la loi de Gladstone sur la constance de l'*énergie réfractive* spécifique dans les mélanges. L'énergie réfractive $\frac{n-1}{D}$ du mélange de deux corps n'ayant pas l'un sur l'autre d'action chimique est la somme des énergies réfractives des composants.

» Mais il faut remarquer que, pour les sels isomorphes d'une même série, la densité est proportionnelle à l'équivalent. Il suit de là que, si l'on mélange p équivalents d'un corps d'indice n et d'équivalent e, et p' équivalents d'un corps d'indice n' et d'équivalent e', c'est-à-dire des poids égaux à pe et $p'e'$, on pourra écrire

$$pe\left(\frac{n-1}{d}\right)+p'e'\left(\frac{n'-1}{d'}\right)=(pe+p'e')\left(\frac{N-1}{D}\right);$$

et, comme la densité D du mélange est égale à $\dfrac{pe+p'e'}{\dfrac{pe}{d}+\dfrac{p'e'}{d'}}$, on a, en remarquant que $\frac{e}{d}=\frac{e'}{d'}$,

$$p(n-1)+p'(n'-1)=(p+p')(N-1),\quad N=\frac{pn-p'n'}{p+p'}.$$

» Les sels isomorphes, en cristallisant ensemble, forment donc des mélanges analogues jusqu'à un certain point à des mélanges liquides, dont les propriétés physiques sont les moyennes des propriétés des corps composants.

» Ceci ne doit d'ailleurs être regardé que comme approximatif; la distance des molécules variant avec la direction dans les cristaux biréfringents, le mot *densité* n'a plus de sens précis quand on l'applique à une seule direction. Mais, dans tous les cas, l'approximation est comparable à celle des formes cristallines elles-mêmes.

» J'ai mesuré également dans ces cristaux l'angle des axes optiques, qui peut aussi se calculer par la règle indiquée précédemment; mais ici les petites différences entre les indices vrais et les indices calculés influent sensiblement sur la valeur de l'angle : je pense, avec des observations plus précises que j'ai commencées sur des mélanges de sulfates de zinc et de

magnésie, arriver à établir la loi de ces perturbations, et rattacher d'une façon plus complète les propriétés optiques des sels isomorphes à leurs formes cristallines (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation directe de l'oxygène et du soufre sur la benzine et sur le toluène;* par MM. C. **Friedel** et J.-M. **Crafts**, présentée par M. Cahours.

« Dans plusieurs Communications antérieures, nous avons eu l'honneur de faire connaître à l'Académie un grand nombre de synthèses diverses réalisées au moyen de la méthode générale que nous avons découverte. Cette méthode consiste dans l'emploi de chlorures métalliques et en particulier du chlorure d'aluminium, qui sert à attaquer l'hydrocarbure sur lequel on opère et à y provoquer la substitution d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène par des groupes hydrocarbonés ou oxygénés, ou même par des éléments, que l'on mélange à l'état de chlorures avec l'hydrocarbure additionné de chlorure d'aluminium.

» Nous avons interprété cette réaction singulière en supposant que le chlorure d'aluminium réagit sur l'hydrocarbure, la benzine, par exemple, en donnant de l'acide chlorhydrique et en formant une combinaison organo-métallique $C^6H^5.Al^2Cl^5$, renfermant les résidus des deux molécules. C'est sur ce dernier composé que viendraient réagir les diverses combinaisons chlorées, avec formation des hydrocarbures complexes, des acétones, etc., et régénération du chlorure d'aluminium.

» Cette hypothèse n'a pas encore pu être vérifiée directement; mais tous les faits que nous avons observés y sont conformes. Nous venons aujourd'hui en apporter un certain nombre qui constituent des réactions d'un ordre très-différent de celles dont nous parlions en commençant et qui sont une conséquence immédiate de notre hypothèse.

» On sait que certaines combinaisons organo-métalliques, telles que le zinc-éthyle, très-avides d'oxygène, fixent cet élément avec formation d'éthylates, lorsqu'elles sont mises en contact avec lui dans des conditions telles qu'elles ne puissent prendre feu.

$$Zn(C^2H^5)^2 + 2O = Zn(OC^2H^5)^2.$$

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» D'après ce que l'on sait des propriétés de l'aluminium-éthyle, les combinaisons organo-métalliques de l'aluminium doivent se comporter d'une façon analogue. C'est ce qui nous a conduits à étudier l'action de l'oxygène ou de l'air, secs ou humides, sur la benzine et sur le toluène additionnés de chlorure d'aluminium.

» Lorsqu'on fait passer à froid de l'oxygène sec dans de la benzine additionnée de chlorure d'aluminium, on observe facilement qu'il se produit une absorption du gaz. Toutefois, dans ces conditions, la réaction est lente et la quantité de composé oxygéné formée très-faible. On en obtient beaucoup plus en faisant passer un courant d'oxygène, ou simplement d'air, dans l'hydrocarbure additionné de chlorure d'aluminium et maintenu à une température voisine de son point d'ébullition. Au bout d'un temps assez long, on arrête l'opération et on verse le mélange dans l'eau pour décomposer le chlorure d'aluminium et les combinaisons organo-métalliques qui ont pu se former. La couche huileuse qui surnage étant distillée donne d'abord la benzine non attaquée, et laisse des produits non distillables, qui présentent une très-belle couleur rouge tirant sur l'orangé et qui sont solubles en rouge dans la benzine, l'éther, le sulfure de carbone, mais ni dans l'alcool, ni dans l'acide acétique, ni dans l'eau. Nous reprendrons l'étude de ce mélange qui se produit abondamment et qui renferme évidemment des dérivés du phénol. Le liquide aqueux, additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique et agité avec l'éther, donne une solution éthérée, qui abandonne après évaporation du phénol tout à fait pur, cristallisant en longues aiguilles, à peine déliquescentes, bouillant à 192 degrés, sur lequel nous avons pu vérifier les propriétés connues du phénol et qui a donné à l'analyse les nombres exigés par la théorie. Il s'est donc formé du *phénol* par l'action de l'oxygène sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium. Cette formation est facile à comprendre lorsqu'on admet la production de la combinaison organo-métallique dont il a été question plus haut; celle-ci fixe de l'oxygène pour former un phénate de pentachloraluminium et l'eau décompose ce dernier avec mise en liberté de phénol :

$$C^6H^5, Al^2Cl^5 + O = C^6H^5O, Al^2Cl^5,$$
$$C^6H^5OAl^2Cl^5 + H^2O = C^6H^5OH + (OH)Al^2Cl^5.$$

» Ainsi se trouve réalisée, par l'intervention du chlorure d'aluminium, la fixation directe de l'oxygène sur la benzine et la transformation de cet hydrocarbure en phénol. Cette transformation a été faite, il y a quelques

années, pour la première fois, par MM. Wurtz, Kekulé et Dusart, en attaquant la benzine par l'acide sulfurique de manière à la convertir en acide sulfoconjugué et en fondant ensuite le sel de cet acide sulfoconjugué avec la potasse.

» Le toluène se comporte de la même manière que la benzine et donne du *crésylol* liquide bouillant à 200 degrés, présentant les caractères connus et donnant à l'analyse les nombres exigés par la formule $C^6H^4(CH^3)OH$. Les produits de condensation élevés qui se sont formés ne sont pas rouges comme ceux de la benzine, mais bruns.

» La fixation de l'oxygène, dans les conditions que nous venons de décrire, devait nous conduire à essayer celle du soufre. Nous avons trouvé que le soufre réagit facilement sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium vers 75 ou 80 degrés, et qu'il se forme, avec dégagement d'acide chlorhydrique et d'hydrogène sulfuré, plusieurs dérivés sulfurés de la benzine. Le premier, mais non le plus abondant, est le *mercaptan phénylique* C^6H^5SH, formé par une réaction tout à fait parallèle à celle qui donne le phénol. Il bout de 170 à 173 degrés et donne avec le bichlorure de mercure une combinaison cristalline. Traité par l'iode, il fournit une masse cristalline de bisulfure de phényle. Il se dissout d'ailleurs, dans l'acide sulfurique, avec une coloration bleue.

» Il se produit en même temps du *sulfure de phényle* $(C^6H^5)^2S$, bouillant vers 288 degrés, liquide comme le précédent et enfin un corps cristallin, soluble dans la benzine et dans le sulfure de carbone et qui a toutes les propriétés du composé découvert par M. Stenhouse dans l'action du sulfure de phosphore sur le phénol, et étudié par M. Graebe. Ces chimistes lui ont assigné la formule $2(C^6H^4)S$ et le nom de *disulfure de diphénylène*. Le produit cristallisé de la réaction du soufre sur la benzine fond comme le précédent à 153 degrés, et bout de 6 à 8 degrés au-dessus du point d'ébullition du mercure. Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une belle coloration violacée. Il cristallise dans le sulfure de carbone en beaux cristaux clinorhombiques. Nous nous occupons encore de l'étude des produits qu'on obtient en l'oxydant et en le traitant par la potasse.

» Nous avons reconnu que le sulfure de phényle et le disulfure de diphénylène s'obtiennent aussi en quantité très-notable (environ le poids du chlorure employé), lorsqu'on traite la benzine additionnée de chlorure d'aluminium par le chlorure de soufre S^2Cl^2.

» Toutes ces réactions, et d'autres encore, que nous aurons bientôt

l'honneur de soumettre à l'Académie, nous semblent appuyer fortement l'hypothèse par laquelle nous avons cherché à interpréter l'action du chlorure d'aluminium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action du chlorure d'éthyle sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. **Albright**, **Morgan** et **Woolworth**, présentée par M. Cahours.

« MM. Friedel et Crafts ont annoncé, dans une Communication faite à l'Académie, le 11 juin 1877, la formation des homologues de la benzine par l'action des chlorures, bromures et iodures des radicaux alcooliques sur la benzine, en présence du chlorure d'aluminium, et, entre autres, la formation de l'éthylbenzine en se servant de l'iodure d'éthyle.

» Le professeur Wing, avec l'assentiment des auteurs de cette réaction, nous a engagés à la poursuivre plus loin et en nous servant du chlorure au lieu de l'iodure d'éthyle. Le même procédé, qui a été employé par MM. Friedel et Crafts, à la préparation des dérivés méthyliques de la benzine, nous donne une série de produits éthylés qui passent à la première distillation à des températures qui s'élèvent de 90 degrés jusqu'au-dessus de 286 degrés.

» Nous sommes occupés à préparer une quantité considérable de ces produits, afin d'isoler les divers homologues éthylés de la benzine, et nous nous permettons de présenter déjà à l'Académie, comme premier résultat, la formation d'un hydrocarbure qui donne à l'analyse des chiffres correspondant avec l'hexéthylbenzine :

	Trouvé.		Calculé.
C..........	87,13	87,63	87,83
H..........	12,24	12,11	12,17
	99,37	99,84	

» Ce corps a été isolé des produits bouillants entre 219 degrés et 216 degrés par des distillations fractionnées et par des cristallisations dans l'alcool.

» Il cristallise en prismes monocliniques, il fond à 123 degrés et bout à 286 degrés et se sublime au-dessous de son point de fusion. Son point d'é-

bullition, si rapproché de celui de l'hexaméthylbenzine (¹), 260 degrés, peut faire soupçonner que la benzine contient moins de 6 atomes de carbone remplacés par de l'éthyle.

» Nous nous proposons de résoudre cette question par une étude plus approfondie de ce corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ergotinine, alcali du seigle ergoté.* Note de M. **Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« Le procédé d'extraction de l'ergotinine, que j'ai décrit dans une première Note (²), est celui qui m'avait permis d'isoler cet alcaloïde, mais il n'en donnait que de si faibles quantités que j'ai dû en rechercher un autre au moyen duquel on pût retirer la plus grande partie de l'ergotinine de l'ergot et qui en même temps fût plus pratique. En ce moment où de divers côtés on expérimente activement l'ergotinine, je crois nécessaire de faire connaître le procédé auquel je me suis arrêté, ainsi que la composition de ce corps.

» 1. *Préparation.* — L'ergot de seigle finement pulvérisé est épuisé par de l'alcool à 95 degrés, et l'alcoolature additionnée de soude caustique jusqu'à réaction franchement alcaline. On distille au bain-marie. Le résidu est agité avec une grande quantité d'éther, puis la liqueur éthérée est privée par l'eau d'un savon qu'elle avait dissous. Après séparation de la partie aqueuse fortement colorée, l'éther chargé d'alcaloïde est agité avec une solution d'acide citrique, et la solution de citrate d'ergotinine, lavée à l'éther, est décomposée par le carbonate de potasse en présence d'éther qui s'empare de l'alcaloïde mis en liberté. On décolore au charbon animal bien lavé la solution éthérée d'ergotinine, puis on la met à distiller. Quand la liqueur commence à se troubler, on la verse dans une éprouvette bouchée et placée à l'obscurité dans un lieu frais; le lendemain le vase est tapissé de cristaux d'ergotinine. Une nouvelle concentration donne encore quelques cristaux. Enfin on distille à siccité et l'on obtient un résidu spongieux légèrement coloré en jaune.

(¹) MM. Friedel et Crafts ont obtenu l'hexaméthylbenzine par l'action du chlorure de méthyle sur le toluène en présence du chlorure d'aluminium. Ils sont encore occupés de l'étude de plusieurs produits de cette réaction et de l'hexaméthylbenzine elle-même.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 896.

» Par ce procédé on peut retirer d'un kilogramme d'ergot récent $1^{gr},20$ de produit, dont un tiers d'ergotinine cristallisée. Un seigle ergoté de deux ans et paraissant cependant bien conservé ne m'a donné que $0^{gr},40$ d'alcaloïde, et le cinquième seulement a cristallisé. Mais, en moyenne, un bon ergot de l'année donne $0^{gr},30$ de cristaux et $0^{gr},70$ de produit spongieux.

» 2. Comme on vient de le voir, la partie qui refuse de cristalliser est beaucoup plus forte que l'autre, et si l'ergot en vieillissant s'appauvrit en alcaloïde, c'est encore celui qui cristallise qui diminue le plus vite. C'est que l'ergotinine amorphe ne paraît être qu'une modification moléculaire de l'ergotinine cristallisée dans laquelle elle se transforme avec la plus grande facilité : la chaleur et la lumière en sont les agents actifs. Il suffit, en effet, d'exposer au soleil, *même sur le mercure*, une solution alcoolique incolore d'ergotinine cristallisée, pour la voir se colorer très-rapidement. La quantité d'ergotinine cristallisée qu'on en peut retirer s'affaiblit; puis, la coloration augmentant, l'ergotinine amorphe disparaît à son tour et la liqueur passe du jaune clair au vert de plus en plus foncé et devient enfin brune : alors tout l'alcaloïde s'est résinifié. Le même résultat s'obtient, quoique plus lentement, avec l'ergotinine solide. L'action des réactifs qui précipitent ces deux corps, la même intensité de fluorescence de leurs solutions, le mode de formation et les propriétés de leurs sels, ainsi que les mêmes quantités d'acides qui s'y combinent pour former ces derniers, enfin la coloration caractéristique qu'ils donnent avec l'éther et l'acide sulfurique moyennement concentré sont autant de caractères qui sont communs à l'alcaloïde cristallisé et à l'alcaloïde amorphe et qui me font admettre leur identité. Mais où ils diffèrent, c'est dans leur degré de solubilité, l'ergotinine amorphe étant beaucoup plus soluble que l'autre dans les divers réactifs, ce qui paraît être une conséquence de leur état moléculaire et a déjà été signalé pour certains corps connus sous ces deux modifications. Son altérabilité est aussi plus grande, ce qui s'explique quand on sait qu'avant de se résinifier l'ergotinine cristallisée passe par la modification amorphe.

» 3. *Composition*. — L'ergotinine amorphe ne présentant pas de caractères certains de pureté, je n'ai pas cru devoir l'analyser. Celle qui a servi aux analyses a été de l'ergotinine cristallisée deux fois dans l'alcool, bien blanche et en fins cristaux aiguillés [1]. J'ai obtenu les résultats suivants :

---

[1] Les analyses élémentaires ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, avec le concours obligeant de M. Villiers.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{70}H^{40}Az^{4}O^{12}$
C	68,57	68,62
H	6,79	6,53
Az	9	9,15
O	15,64	15,70
	100,00	100,00

» La formule $C^{70}H^{40}Az^{2}O^{12}HCl$ exige 5,47 pour 100 de chlore. Des chlorhydrates obtenus avec l'ergotinine cristallisée m'ont donné 5,74 et 5,55; un autre chlorhydrate d'ergotinine amorphe a donné 6.

» La formule $C^{70}H^{40}Az^{2}O^{12}$, HBr exige 11,54 pour 100 de brome. Or j'ai trouvé pour le bromhydrate d'ergotinine cristallisé 11,78 et pour deux autres obtenus avec l'ergotinine amorphe (¹) 12,22 et 11,73.

» Ces sels analysés étaient amorphes. Ils avaient été obtenus en précipitant une solution acétique d'ergotinine par un excès d'acides chlorhydrique et bromhydrique étendus. Les précipités avaient été séchés entre des feuilles de papier brouillard, puis en présence de la chaux et enfin à l'étuve, mais le plus rapidement possible pour éviter leur altération.

» Le sulfate et le lactate d'ergotinine sont les seuls sels que j'aie pu préparer cristallisés; mais ils sont tellement difficiles à obtenir sous cet état qu'il ne m'a pas été possible de recueillir une quantité de cristaux assez grande pour se prêter à une analyse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la potasse alcoolique.* Note de M. **E.-J. Maumené**.

« Lorsque j'ai attribué la fonction de ce réactif à un sel de potasse nouveau $C^{4}H^{7}O^{3}$,KO (*Les Mondes*, 12 décembre 1872, p. 668), l'indication de ma théorie paraît ne pas avoir entraîné la conviction des chimistes. Ramené dernièrement à l'étude de ce sujet, l'examen attentif de dissolutions anciennes m'a donné une preuve de plus de la sûreté de mes vues théoriques et j'ai obtenu le sel de potasse en assez grande quantité pour établir son existence et soumettre ce fait important à l'Académie. Les solutions alcooliques de potasse deviennent en un temps plus ou moins long du *dihydrodédate* de potasse, sel neutre anhydre, formé par *l'acide le plus riche en*

(¹) Celui-ci avait été préparé par double décomposition avec le bromure de potassium.

hydrogène que l'on connaisse, $C^4H^8O^4$, et doué par cette condition des facultés réductrices spéciales du réactif nommé *potasse alcoolique.*

» La soude donne aussi le même sel, mais avec un compagnon nouveau.

» Toute solution alcoolique de potasse conservée à l'abri de l'air et de l'acide carbonique offre à la longue un dépôt en grains cristallins plus ou moins adhérents, colorés ou bruns, qui peut aller jusqu'au noir. Ce dépôt est le sel en question. Il est facile de l'obtenir incolore en le faisant dissoudre dans 15 ou 20 fois son poids d'eau et le faisant passer, surtout à froid, au travers de deux fois son poids de noir bien lavé. L'évaporation de la solution décolorée reproduit le sel en masses grenues cristallines, douées des caractères suivants :

» Le sel est anhydre après une simple dessiccation à 100 degrés. Il est déliquescent, surtout dans l'air humide. Sa dissolution a une saveur très-faible, un peu amère. Son action avec les dissolutions métalliques est caractéristique; concentrée, elle forme dans toutes un magma très-analogue d'aspect avec celui du *miraculum chimicum,* formé par la potasse caustique dans une solution de chlorure de calcium. Étendue, elle en précipite un petit nombre, celles de Fe^2, Hg^2, Ag, Pl. Le précipité de Fe^2 est blanc jaunâtre et devient clair par l'ébullition dans un excès d'hydrodédate; celui d'Ag est d'un jaune pâle presque identique avec le $PhO^5(AgO)^3$; il devient noir en peu de temps.

» Celui de Pl est du chlorure double de Pl et K. Ce dernier est accompagné d'une vive effervescence. Le même phénomène est encore plus marqué avec l'azotate de bismuth où il se dépose en outre un précipité blanc.

» Le chlorure d'or ne donne aucun précipité à froid, seulement une légère coloration brune. Le mélange se conserve assez longtemps sans trouble, mais peu à peu l'or est séparé en poudre noire. Par l'ébullition la séparation est immédiate, et le métal affecte une apparence particulière : il rappelle les fragments spongieux des détritus flottant entre deux eaux dans les marécages ou les égouts. Le liquide offre une légère coloration violette.

» L'alun de chrome, ammoniacal ou potassique, donne un dépôt facile à redissoudre tant que le chrome est en excès.

» L'acide azotique, même avec une solution étendue, produit à froid une vive effervescence.

» Quelques-uns de ces faits sont déjà bien caractéristiques. Voici maintenant le résultat de l'analyse du sel de potasse desséché à 100 degrés :

1000 parties laissent	676,2	de KO,CO^2	(sel coloré).
	676,4	»	(sel incolore).
	676,5	»	d'après le calcul.

» Le résidu laissé par le sel coloré est parfaitement blanc; mais il est surnagé par quelques atomes de charbon, non pondérables.

» La combustion par l'oxyde de cuivre donne :

	Sel incolore.		Sel coloré.		Calcul $C^4H^7O^3,KO$.
C.......	23,54	23,55	23,49	23,48	23,53
H.......	7,03	6,98	7,20	7,11	6,86

» La composition du sel est donc bien $C^4H^7O^3,KO$.

» Dans une prochaine Communication j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie l'étude de l'acide *dihydrodédique* isolé du sel de plomb, et les preuves de l'action de cet acide dans tous les cas où la potasse alcoolique exerce des effets réducteurs. Je donnerai aussi les renseignements relatifs aux autres corps formés dans la potasse ou la soude. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la nitrification par les ferments organisés*. Note de MM. **Th. Schlœsing** et **A. Muntz**.

« Dès le début des observations qui nous ont conduits à attribuer la nitrification naturelle à l'intervention d'organismes agissant à la manière des ferments, nous avons cru devoir rechercher si la fonction d'opérer la combustion de l'azote était l'attribut d'organismes particuliers, ou si elle était commune aux êtres inférieurs qui effectuent avec énergie la combustion de la matière organique.

» Parmi les organismes inférieurs dont M. Pasteur a dévoilé les fonctions, ceux qui ont, au plus haut degré, la propriété de transporter l'oxygène sur la matière organique, sont des moisissures et des mycodermes.

» On aurait pu croire que ces organismes, dont la faculté d'oxydation est si grande, pourraient opérer la combustion de l'azote ammoniacal ou organique, aussi bien que celle du carbone et de l'hydrogène, et produire ainsi la nitrification.

» Les organismes dont l'action, à ce point de vue, a été spécialement étudiée par nous sont les suivants : le *Penicillium glaucum*, l'*Aspergillus niger*, les *Mucor mucedo* et *racemosus*, le *Mycoderma vini*, le *Mycoderma aceti*. On a fait végéter ces espèces sur les milieux les plus variés, naturels ou artificiels, contenant de l'azote organique ou ammoniacal, dans des conditions favorables à leur développement, en tenant compte, en même temps, des

conditions exigées pour la nitrification : température convenable, humidité, aération, présence de carbonate de chaux.

» Les résultats obtenus dans ces diverses expériences ont tous été négatifs, et l'absence de nitrates, après l'action plus ou moins prolongée de ces végétaux, nous autorise à affirmer que les agents ordinaires de la combustion, moisissures et mycodermes, n'ont pas la faculté d'opérer l'oxydation de l'azote.

» Loin de déterminer la nitrification de l'azote, ces végétaux inférieurs jouent un rôle inverse, en ce sens qu'ils transforment les nitrates qui leur sont fournis comme aliment. M. Pasteur a montré que l'azote des nitrates pouvait servir à ces végétaux à former leur matière azotée; d'anciennes observations, remontant à une époque où les nitrières artificielles étaient l'objet d'études nombreuses, attribuent à l'invasion des moisissures une action très-préjudiciable à la production du salpêtre. Nous avons cherché à quel état passait l'azote du nitrate lorsqu'il était mis en présence de ces agents de la combustion. Tous nos essais ont été faits en présence de l'air et les effets observés ne peuvent pas être attribués aux réductions qui s'opèrent en l'absence de l'oxygène.

» Le premier phénomène que l'on observe lorsque, sur un milieu approprié, analogue à ceux, par exemple, qu'a employés M. Raulin dans ses recherches sur le développement des mucédinées, et additionné de nitrate, on sème des spores de moisissures, c'est le développement d'un mycélium dont la formation est concomitante de la disparition totale de l'acide nitrique, dont l'azote se retrouve à peu près intégralement à l'état de combinaison organique. Exemple :

	Azote nitrique.	Azote organique.
	gr	
Avant l'ensemencement................	0,500	0,000
Après la production du mycélium.......	0,000	0,496

» Dans cette première phase de la végétation, l'ammoniaque disparaît de même et cède intégralement son azote au végétal qui s'organise. Exemple :

	Azote ammoniacal.	Azote organique.
	gr	
Avant l'ensemencement................	0,500	0,000
Après la production du mycélium......	0,000	0,504

» Cependant, si on laisse l'expérience se continuer, le végétal ne tarde pas à fructifier et manifeste alors des fonctions différentes vis-à-vis de l'azote

combiné. Dans ce nouvel état la moisissure a pour rôle essentiel de brûler la matière organique qui est à sa disposition, et même sa propre substance. Pendant cette combustion une partie de l'azote organique préexistant, ou formé aux dépens de l'acide nitrique et de l'ammoniaque, est éliminé à l'état gazeux. Exemple :

	Azote nitrique.	Azote ammoniacal.	Azote organique.
	gr		
Avant l'ensemencement..........	0,138	0,000	0,000
Après seize jours de fructification.	0,000	0,000	0,105

» Il y a eu 0gr,033 d'azote perdu.

» Quelquefois aussi, surtout quand l'azote est très-abondant, il y a, en même temps, production d'ammoniaque, comme l'a remarqué M. Pasteur. Exemple :

	Azote nitrique.	Azote ammoniacal.	Azote organique.
	gr		
Avant l'ensemencement..........	2,000	0,000	0,000
Après seize jours de fructification..	0,540	0,049	1,179

» Il y a eu 0gr,231 d'azote perdu.

» L'azote ammoniacal et l'azote nitrique sont tous les deux assimilés avec une grande rapidité pour former de la matière organique; cependant, lorsque l'azote existe simultanément et en excès, sous les deux états, l'azote ammoniacal est absorbé en plus forte proportion. Exemple :

	Azote nitrique.	Azote ammoniacal.
	gr	gr
Avant l'ensemencement............	1,000	1,000
Après trois jours de végétation......	0,589	0,129

» D'après ce qui précède, les effets nuisibles produits par les moisissures qui se développent dans les nitrières artificielles s'expliquent de la manière suivante : ces moisissures transforment l'acide nitrique existant dont elles s'assimilent l'azote; elles transforment également l'ammoniaque dont l'azote passe à l'état organique et devient ainsi moins facilement nitrifiable; enfin elles causent une déperdition d'azote en faisant passer à l'état libre une partie de l'azote combiné. La déperdition de l'azote dans le fumier, sous leur influence, est un phénomène semblable.

» En résumé, les organismes végétaux, moisissures et mycodermes, qui effectuent avec énergie la combustion de la matière organique, ne produisent pas la nitrification.

» Ces végétaux transforment, au contraire, l'acide nitrique mis à leur disposition, d'abord en matière organique, puis, au moins en partie, en azote libre, ce dernier phénomène étant souvent accompagné de production d'ammoniaque. Ils effectuent, par suite, une perte de l'azote combiné existant à la surface du globe.

» Lorsque l'azote existe sous les deux états dans un substratum, le végétal mycodermique qui s'y développe assimile en plus grande partie l'azote ammoniacal.

» On voit, par ce qui précède, que la fonction de nitrifier l'azote combiné, ammoniacal ou organique, n'est pas commune à tous les organismes qui sont les intermédiaires de la combustion, mais paraît être l'attribut spécial d'un groupe d'êtres particuliers que nous avons aperçus dans tous les milieux en voie de nitrification et dont nous poursuivons l'étude. »

PHYSIOLOGIE. — *Absorption par l'organisme vivant de l'oxyde de carbone introduit en faibles proportions dans l'atmosphère.* Note de M. N. GRÉHANT.

« En poursuivant mes recherches sur la mesure du plus grand volume d'oxyde de carbone qui peut être absorbé par le sang et sur l'élimination de l'oxyde de carbone par les poumons, j'ai été conduit à me demander dans quelles proportions l'oxyde de carbone doit exister dans l'atmosphère pour être absorbé par un animal vivant.

» Déjà M. F. Le Blanc a démontré dans un travail célèbre qu'un chien meurt empoisonné par l'oxyde de carbone dans un mélange produit par la combustion du charbon qui renferme seulement 0,54 pour 100 ou $\frac{1}{185}$ d'oxyde de carbone; ainsi une atmosphère contenant une aussi faible proportion de gaz toxique produit l'empoisonnement et la mort.

» J'ai composé des mélanges d'air et d'oxyde de carbone contenant une bien moindre proportion de ce dernier gaz, et j'ai fait chaque fois les deux expériences suivantes, qui se contrôlent mutuellement :

» 1° J'ai dosé par un procédé très-exact le volume d'oxyde de carbone qui reste dans le mélange qu'un animal a été forcé de respirer pendant un certain temps; en retranchant ce volume de celui qui a été mesuré et qui a été introduit d'abord, on obtient le volume d'oxyde de carbone qui a été absorbé par le sang.

» 2° J'ai déterminé le plus grand volume d'oxygène qui est absorbé par le sang avant et après l'intoxication partielle; la différence dans les plus

grands volumes d'oxygène absorbés par les deux échantillons de sang représente exactement le volume d'oxyde de carbone qui s'est fixé sur le sang et qui s'est combiné avec l'hémoglobine, car on sait, depuis les travaux de mon illustre et regretté maître Claude Bernard, que l'oxyde de carbone s'unit avec les globules rouges du sang, de telle sorte qu'un volume d'oxyde de carbone se substitue à un volume égal d'oxygène.

» J'entre maintenant dans le détail des expériences : j'ai composé dans un grand ballon de caoutchouc un mélange de 100 litres d'air et de 255 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, ce qui fait $\frac{1}{392}$ de gaz toxique ; avant de faire respirer ce mélange, on découvre la veine jugulaire chez un chien du poids de 9 kilogrammes et, par une longue sonde de gomme élastique introduite du côté du cœur dans la veine-cave inférieure, on aspire, à l'aide d'une seringue, 30 centimètres cubes de sang qui est injecté dans un flacon et défibriné par une agitation qui dure plusieurs minutes ; on adapte sur la tête de l'animal une muselière de caoutchouc qui est réunie au robinet du ballon contenant le mélange d'air et d'oxyde de carbone dans lequel on fait respirer l'animal pendant une demi-heure ; pendant les deux dernières minutes, on fait dans la veine cave inférieure une seconde prise de sang qui est défibriné ; puis on fait respirer l'animal dans l'air et, au bout d'une demi-heure, on prend un troisième échantillon de sang.

» Chacun des flacons contenant le sang est rempli d'oxygène et agité à l'aide d'une planche oscillante mise en mouvement par un moteur hydraulique, afin de faire absorber par le sang défibriné le plus grand volume d'oxygène ; chaque échantillon est introduit successivement dans le vide absolu de l'appareil à extraction des gaz du sang : les gaz sont extraits complétement, analysés et ramenés secs à zéro et sous la pression de 76 centimètres.

» Le premier échantillon de sang normal avait absorbé 28^{cc},3 d'oxygène pour 100 centimètres cubes ; le deuxième échantillon de sang pris une demi-heure après l'intoxication partielle n'absorbait plus que 14^{cc},9 d'oxygène pour 100 centimètres cubes ; par conséquent, la différence 28,3 — 14,9 est égale à 13^{cc},4 d'oxyde de carbone, qui ont été absorbés par 100 centimètres cubes de sang ; enfin le troisième échantillon de sang absorbait 20^{cc},3 d'oxygène pour 100 ; par suite, pendant la demi-heure qui a suivi l'intoxication partielle, l'animal respirant dans l'air, le sang avait exhalé 20,3 — 14,9 = 5^{cc},4 d'oxyde de carbone pour 100, élimination qui a lieu en nature, comme je l'ai démontré.

» Le gaz du ballon analysé à l'aide de l'appareil à oxyde de cuivre chauffé au rouge, que j'ai décrit complétement dans mon Mémoire « sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone [1] », ne renfermait plus que $128^{cc},4$ d'oxyde de carbone; par conséquent, $254,8 - 128,4 = 126^{cc},4$ d'oxyde de carbone avaient été fixés par le sang; l'atmosphère contenue dans le ballon après cette absorption du gaz toxique ne contenait plus que $\frac{1}{779}$ d'oxyde de carbone. Il résulte donc de cette expérience qu'une aussi faible proportion d'oxyde de carbone dans l'atmosphère a suffi pour maintenir dans le sang $13^{cc},4$ de ce gaz pour 100 centimètres cubes de liquide; ainsi la moitié environ de l'hémoglobine était combinée avec l'oxyde de carbone, et l'animal n'avait plus à sa disposition pour absorber l'oxygène que l'autre moitié restée intacte.

» Dans une autre expérience, j'ai composé dans un grand ballon de caoutchouc un mélange de 200 litres d'air et de 200 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, mélange à 1 pour 1000; chez un chien du poids de $15^{kg},5$ on prend du sang normal dans la veine cave inférieure; 100 centimètres cubes de ce liquide absorbent $24^{cc},9$ d'oxygène; on fait respirer l'animal dans le mélange gazeux pendant une demi-heure, puis on aspire du sang dans la veine cave: ce sang défibriné, agité avec de l'oxygène, absorba 19,3 d'oxygène pour 100; par conséquent, la différence dans le pouvoir absorbant est égale à $24,9 - 19,3$ ou à $5^{cc},6$, et représente le volume d'oxyde de carbone fixé par 100 centimètres cubes de sang. L'analyse du gaz resté dans le ballon montre qu'au moment où le sang a été pris, l'animal respirait un mélange qui renfermait 138 centimètres cubes d'oxyde de carbone; ainsi $200 - 138 = 62^{cc}$ représentent le volume total d'oxyde de carbone qui a été absorbé par le sang, et la proportion du gaz toxique, qui dans l'atmosphère faisait équilibre à la partie combinée avec l'hémoglobine, était égale seulement à $\frac{1}{1449}$; une aussi faible proportion d'oxyde de carbone a donc suffi pour maintenir dans 100 centimètres cubes de sang $5^{cc},6$ de ce gaz.

» Je conclus de ces expériences, que je me propose de continuer, que l'homme ou l'animal astreint à respirer pendant une demi-heure dans une atmosphère contenant seulement $\frac{1}{779}$ d'oxyde de carbone absorbe ce gaz en quantité assez grande pour que la moitié environ des globules rouges combinés avec l'oxyde de carbone devienne incapable d'absorber

---

[1] *Bibliothèque de l'École des Hautes Études*, Section des Sciences naturelles, t. X, article n° 3.

l'oxygène; tandis que, dans une atmosphère renfermant $\frac{1}{1449}$ d'oxyde de carbone, un quart environ des globules rouges se combine avec ce gaz. Ces résultats présentent de l'intérêt au point de vue de la Physiologie et de l'Hygiène. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'organe appelé* corde dorsale *chez l'*Amphioxus lanceolatus. Note de MM. J. Renaut et G. Duchamp.

« La structure de l'organe appelé *corde dorsale* chez l'*Amphioxus* a depuis longtemps attiré l'attention des anatomistes; cette question cependant est encore discutée. Les uns, avec Rathke, considèrent la corde comme formée d'une matière gélatineuse amorphe contenue dans une enveloppe fibreuse; d'autres, et parmi eux MM. de Quatrefages, Wilhelm Müller et Stieda, la regardent comme constituée par des cellules soudées entre elles ou présentant à leur base un noyau adjacent à l'enveloppe extérieure; dans un troisième groupe, se rangent Goodsir, J. Müller, Max Schultze et Marcusen, qui refusent à l'organe en question toute structure cellulaire.

» D'un autre côté, la corde dorsale de l'*Amphioxus* a été rapprochée de celle des Vertébrés, et son existence constitue l'un des arguments les plus importants pour le ranger dans cet embranchement.

» Chez les Vertébrés, les tissus du squelette peuvent être divisés en trois catégories principales : 1° l'axe primitif formé par la corde dorsale; 2° le tissu cartilagineux; 3° le tissu osseux. Ces différents tissus se succèdent chez les animaux supérieurs et le squelette définitif est constitué par de l'os ou tout au moins par du cartilage vrai ou calcifié. A ce moment, il ne reste plus que de rares vestiges de l'axe primitif ou corde dorsale, de sorte que, l'*Amphioxus* excepté, on ne connaîtrait aucun Vertébré dont le squelette définitif fût uniquement représenté par une notocorde persistante.

» Cet organe possède d'ailleurs dans la série des caractères typiques qu'il convient de rappeler brièvement; il est formé de cellules globuleuses, soudées entre elles à la façon des épithéliums, transparentes comme le verre et possédant un noyau des plus distincts, ordinairement refoulé à la périphérie.

» La corde dorsale des poissons ne diffère point fondamentalement de celle des embryons des Mammifères les plus élevés.

» Celle de l'*Amphioxus*, au contraire, ne présente aucune disposition qui rappelle la structure précitée; elle est contenue dans une gaîne cylindrique qui l'enveloppe de toutes parts, et, sur des coupes pratiquées perpendiculairement à l'axe général du corps, après durcissement dans la dextrine et l'alcool, se montre constituée comme il suit :

» Dans l'intérieur de la gaîne, tendues horizontalement du bord gauche au bord droit, se voient des fibres de diamètre uniforme, cylindriques, pleines et adhérant par leurs deux extrémités à l'enveloppe générale. A mesure qu'elles s'approchent de la face dorsale, ces fibres s'incurvent légèrement en haut, de façon à circonscrire sur la ligne médiane, entre la gaîne et la corde, un espace vide en forme de fuseau. Du côté ventral, la même disposition se répète en sens inverse, de sorte que seules les fibres du plan moyen sont horizontales et rectilignes.

» Sur une coupe longitudinale passant par l'axe de la corde et les deux côtés du corps, la gaîne se présente sectionnée suivant sa longueur, et l'aire ainsi interceptée est occupée par les fibres de la corde, qui offrent par suite une disposition scalariforme par rapport aux deux bords de la gaîne.

» Sur une pareille préparation convenablement colorée à l'aide du picrocarminate d'ammoniaque ou de l'éosine soluble dans l'eau, on observe les détails suivants :

» La gaîne de la notocorde se colore uniformément en rouge par le carmin sans montrer aucun noyau, ni dans son intérieur, ni à sa face interne; l'éosine la laisse absolument incolore. Toute la surface interne est hérissée d'une multitude de petites saillies coniques qui font corps par leur base avec la substance hyaline dont est formée l'enveloppe. Ces petits cônes restent incolores par le carmin et se teignent en rose vif par l'éosine; ils ne présentent point l'apparence de noyaux et sont entièrement homogènes. A l'extrémité de chacun d'eux vient s'insérer, en le coiffant, l'une des fibres de la corde dorsale. Chaque fibre répond par ses deux extrémités à l'une des saillies que nous venons de décrire; elle est régulièrement cylindrique, ne renferme aucun noyau, et se colore, à la façon du tissu élastique, en jaune sous l'action du picrocarminate, en rose vif par l'éosine.

» L'action de la potasse n'amène pas la fragmentation de ces fibres en masses nucléées; le carmin, l'hématoxyline et les autres réactifs des noyaux n'en décèlent aucune dans l'épaisseur de la gaîne. Nous sommes donc autorisés à les considérer comme des corps non cellulaires, n'ayant aucun rapport ni avec le tissu caractéristique de la notocorde, ni avec le cartilage.

D'un autre côté, elles présentent une structure et des réactions histochimiques tout à fait analogues à celles que fournissent les fibres qui constituent l'organe axial du Calmar connu sous le nom de *plume*.

» Il résulte de ce qui précède que l'*Amphioxus*, dépourvu de sang rouge contenant l'hémoglobine renfermée dans des éléments spéciaux, ne possède point non plus une corde dorsale comparable par sa structure à celle de tous les animaux vertébrés. Il nous semble donc permis d'élever des doutes sur la valeur morphologique de son axe notocordien (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de l'île de la Réunion* (seconde Partie), Mémoire de M. Ch. Vélain, présenté par M. Hébert. (Extrait par l'auteur.)

« Le massif ancien de l'île de la Réunion est marqué par trois grandes vallées d'effondrement, en forme de cirques, d'où s'échappent des torrents impétueux qui se rendent à la mer à travers des gorges très-encaissées et qui sont : 1° la rivière Saint-Étienne, descendant du *cirque de Cilaos*, dans le sud-ouest; 2° la rivière du Mât, qui débite toutes les eaux du *cirque de Salazie* sur le revers opposé; 3° la rivière des Galets, qui descend du *cirque de Macfatte* dans le nord-ouest.

» Ces cirques sont tangents l'un à l'autre et ne sont séparés dans leurs parties hautes que par une muraille abrupte, taillée à pic sur plus de 1000 mètres de hauteur, qui présente, au piton des Neiges, le point culminant de l'île (3069 mètres). Anciennement, cette partie centrale qui domine les dépressions était occupée par un vaste cratère dont on voit encore les vestiges au sommet du piton des Neiges et le relief actuel n'est dû qu'à une suite de dislocations et d'affaissements. Au fond de ces profondes coupées apparaissent maintenant les roches qui forment, en quelque sorte, l'ossature primitive de l'île; elles affleurent dans le lit des torrents et sont recouvertes, dans les remparts abrupts qui les endiguent, par de puissantes coulées de laves très-complexes, qui s'inclinent toutes vers la mer, sous des angles de 15 à 20 degrés, en convergeant vers le sommet de l'île, et témoignent de l'activité prodigieuse de son ancien volcan aujourd'hui effondré. Les forces éruptives ne se trahissent plus maintenant, dans tout ce massif, que par des

(¹) Ces recherches ont été faites dans le Laboratoire d'Anatomie générale et le Laboratoire de Zoologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

sources thermales abondantes qui se font jour dans chacun des cirques dont je viens de parler.

» La constitution géologique de ce massif peut être résumée ainsi :

» 1° Les roches les plus anciennes, qui affleurent à la base des escarpements, sont essentiellement composées de pyroxène augite et de feldspath triclinique. Un aspect trachytique très-prononcé, avec des nuances claires, les différencie complétement des roches basiques, toujours foncées, qui les entourent et les traversent en des points nombreux. Elles appartiennent à une phase éruptive bien spéciale et comprennent deux variétés principales, déterminées chacune par la nature de leur élément feldspathique. Les unes, en effet, sont à base d'*oligoclase*, tandis que les autres, qui paraissent plus récentes, ne renferment que du labrador. Toutes ont pour caractère commun d'être absolument dépourvues de péridot; elles se rapprochent en cela des *augites andésites*, mais s'en écartent par des différences de texture et une grande cristallinité.

» 2° Les éruptions suivantes ont donné des roches pyroxéniques, mais dans lesquelles ce silicate ferrugineux devient de plus en plus magnésien (hypersthène, diallage; *hypersthénite*, *granitones*) et s'accompagne d'un autre élément magnésien, plus basique encore (péridot, *gabbros à olivine*) qui bientôt prédomine et persiste seul (*péridotites* et *serpentines*).

» 3° Ces dernières roches semblent avoir servi de prélude à une grande période basaltique qui vient ensuite et pendant laquelle, au début, les produits sont encore massifs, très-chargés en péridot, serpentinisés et plus ou moins modifiés (*basaltes péridotiques*, *basaltes à zéolithes*), puis qui se termine par de vastes épanchements basaltiques en nappes (*basaltes francs*, *basaltes prismés*).

» Les centres d'émission de toutes ces roches, détruits dans les grands mouvements du sol qui ont amené le relief actuel, ont aujourd'hui complétement disparu ; il serait bien difficile de les reconstituer. Il est probable qu'elles sont sorties par de larges fissures, dégagées de l'appareil des volcans modernes, et se sont étalées en nappes très-continues sur des pentes peu rapides. Leurs assises épaisses qui ne ressemblent en rien aux coulées du massif récent, l'absence presque complète de scories ou de matériaux de projection entre les bancs contigus, sont autant de faits qui rendent cette opinion vraisemblable.

» Entre les deux phases de cette période éminemment basique sont venues au jour, mais d'une façon tout à fait accidentelle et dans des points très-isolés, des roches à sanidine qui dépendent du groupe *trachytique*.

» 4° Enfin des laves basaltiques (laves doléritiques à anorthite), dont l'apparition est liée à celle d'un vaste cratère central établi au sommet de l'île primitive, sont venues recouvrir toutes les roches précédentes à la manière d'un manteau uniforme. Elles ont dû principalement se déverser vers l'est, puis tous les phénomènes volcaniques se sont ensuite déplacés dans cette direction.

» Ces événements se sont succédé sans révolution brusque et pour ainsi dire sans interruption; ils représentent ainsi une longue période éruptive continue qui peut se subdiviser en trois phases, d'importance et de durée bien inégales : *phase pyroxénique* et *diallagique*, *phase basaltique*, *phase volcanique* (ère des volcans à cratère), correspondant chacune à des modifications essentielles dans la composition, dans la texture et le régime des matériaux épanchés. »

M. Larrey présente, de la part de M. *de Lesseps*, qui l'a reçu à cet effet de M. le général Stone, chef d'état-major de l'armée égyptienne, un Rapport, en anglais, de M. Proust, officier supérieur du Génie, sur la province de Kordofan, accompagné de cinq cartes.

« Ce Rapport, dit M. de Lesseps, dans sa Lettre d'envoi à M. Larrey, sera certainement lu avec intérêt par nos confrères de la Section de Géographie, car le Kordofan n'avait pas encore été décrit scientifiquement. »

M. Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *Fr. de Chaumont*, la 5e édition anglaise du «Traité d'Hygiène pratique» d'Edmond Parker, dernier professeur d'Hygiène à l'École de Médecine militaire de Netley, publiée par son successeur M. de Chaumont.

« L'ouvrage de feu le Dr Parker, dit M. Larrey, a un mérite fort apprécié en Angleterre et comprend toutes les grandes questions de l'Hygiène applicables à l'armée, avec les développements que comportent les progrès les plus récents de la Science.

» L'eau, l'air et la ventilation, les aliments, le sol et les habitations, l'assainissement, le chauffage, l'exercice, les vêtements, les climats, la Météorologie, les précautions d'hygiène individuelle, la préservation de certaines maladies générales et les moyens de désinfection, les statistiques enfin : telle est la série des questions traitées dans la première Partie de cet ouvrage.

» La seconde Partie passe en revue le recrutement, les conditions dans

lesquelles le soldat se trouve placé, les effets du service militaire, le service étranger ou (dans les possessions anglaises) le service à bord des navires et les conditions de la guerre.

» M. de Chaumont a conservé dans ce « Traité d'Hygiène » le plan tracé par son savant prédécesseur; il en a complété seulement quelques parties, telles que l'analyse des eaux potables et diverses autres questions, comme la ventilation plus particulièrement étudiée par M. de Chaumont, et qui a été, de sa part, le sujet de recherches déjà présentées par M. le général Morin et par moi à l'Académie. »

M. Cousserant adresse une Note relative à l'action du chlorhydrate de pilocarpine sur la réfraction oculaire et sur les mouvements de l'iris.

M. Mangenot adresse une Note relative à un système de télégraphie militaire fondé sur l'emploi des courants d'induction. Le récepteur est formé par une pièce métallique que le télégraphiste tient à la bouche et qui lui transmet une succession de légères commotions.

M. A. Dufour adresse un Mémoire intitulé: « Sur un nouveau principe de locomotion aérienne ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1878.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; nos 67 à 73 du 8 au 14 mars 1878; 7 liv. in 4° autographiées.

Guide théorique pour l'exposition d'appareils scientifiques du musée de South Kensington 1876. Londres, imp. de Virtue et Cie; Paris, Hachette; 1 vol. in-8° relié.

Catalogue of the special loan collection of scientific apparatus at the South Kensington Museum; 1876, third edition. London, printed by G. Eyre and W. Spottiswoode, 1877; in-8°.

Photographed spectra, etc.; by J. Rand-Capron. London, Spon, 1877; in-8° relié.

Sailing directions for the Dardanelles, sea of Marmara and the Bosporus. — *Sailing directions for the west coast of Scotland*, Part II. — *Sailing directions for the coast of Ireland*, Part I. — *The mediterranean pilot*, vol. II. — *General instructions for the hydrographic surveyors of the Admiralty.* — *Admiralty catalogue of charts, plans, views and sailing directions.* — *Tide tables for the british and irish ports for the year* 1878. — *The admiralty list of lights of the west, south, and south-east coasts of Africa, etc.*, 1878. — *The admiralty list of lights in south Africa, east Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zeland*, 1878. — *The admiralty list of lights in South America, etc.*, 1878. — *The admiralty list of lights in the United States of America*, 1878. — *The admiralty list of lights in the West-India islands, etc.*, 1878. — *The admiralty list of lights on the coasts and lakes of british North America*, 1878. — *The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas, and gulf of Suez*, 1878. — *The admiralty list of lights in the North sea, etc.*, 1878. — *The admiralty list of lights on the north and west coasts, etc.*, 1878. London, 1877-1878; 17 vol. ou br. in-8°, avec 28 cartes.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AVRIL 1878.

Traité de Métallurgie; par M. L. GRUNER, 1re Partie : *Métallurgie générale*, T. II; 1re Partie : *Procédés métallurgiques.* Paris, Dunod, 1878; in-8° avec atlas.

Nouveau dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XXV, ORE-PAP. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; in-8°.

Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par CH. VÉLAIN, Paris, typog. Hennuyer, 1878; in-4°.

Commission de Météorologie de Lyon; 1876. Lyon, Pitrat aîné, 1877; in-8°.

État de la question phylloxérique en Europe en 1877 *avec sept cartes. Rapport sur le congrès phylloxérique international réuni à Lausanne du* 6 *au* 18 *août* 1877; *par* le Dr V. FATIO. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1878; in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires; collection in-8°, t. IV, 3e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Précis de Médecine judiciaire; par A. LACASSAGNE. Paris, G. Masson, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Sens, climatologie, démographie et géographie médicale; par le Dr VIGENAUD. Sens, imp. Clouzard, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

De la mort subite ou très-rapide dans le diabète; par le Dr J. CYR. Paris, P. Asselin, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bulletin de la Société khédiviale de Géographie du Caire, n° 5, mai 1877 à février 1878. Le Caire, au secrétariat de la Société, 1878; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, nos 74 à 87, du 15 au 28 mars 1878, autographié.

Traité du diabète, diabète sucré, diabète insipide; par le Dr LECORCHÉ. Paris, G. Masson, 1877; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Mémoire sur la fondation d'un observatoire nautique et météorologique, au Havre; par M. COLLAS. Paris, Champon, sans date; br. in-4°.

Considérations nouvelles sur la génération des pucerons (Homoptères monoïques; par J. LICHTENSTEIN. Paris, J.-B. Baillière, 1878; br. in-8°.

Théorèmes d'Arithmétique; par ED. LUCAS. Turin, Imp. royale, 1878; br. in-8°.

Des serres-fines comme agent hémostatique; par le Dr ANCELET. Paris, imp. du *Courrier médical*, 1870; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Étude sur la mode hydatoïde; par le Dr ANCELET. Paris, Lauwereyns, 1876; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision, etc.; par J. PLATEAU; deuxième Section : *Couleurs accidentelles ordinaires de succession*; troisième Section : *Images qui succèdent à la contemplation d'objets d'un grand éclat ou même d'objets blancs bien éclairés*. Bruxelles, imp. F. Hayem, 1877; 2 br. in-4°.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Écart de la normale. (5)	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol sans abri. (9)	à 0m,20 (midi). (10)	à 0m,30 (midi). (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE ENREGISTREUR. (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (sans correction locale). (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	pll	mg
1	756,4	10,9	14,5	12,7	7,6	12,2	12,2	10,6	13,0	9,0	8,4	9,3	87	0,9	2,0	14,0	1,0
2	755,8	10,7	14,4	12,6	6,9	11,5	10,8	11,6	12,8	9,5	8,9	8,7	89	1,0	1,5	27,6	1,0
3	767,0	5,7	14,1	9,9	3,6	9,0	9,5	21,8	12,5	8,9	8,8	6,5	78	.	2,0	41,2	0,9
4	771,0	2,2	15,7	9,0	2,7	7,8	9,3	35,9	11,1	8,0	8,2	6,3	78	.	1,5	35,3	0,8
5	769,3	3,2	11,3	7,3	1,8	7,1	.	12,1	7,5	7,9	8,0	(6,1)	(78)	0,0	2,0	.	0,6
6	762,4	3,7	12,5	8,1	2,6	8,2	8,9	9,4	7,8	7,5	7,6	7,5	87	0,2	1,8	20,1	0,7
7	759,7	8,4	13,1	10,8	4,9	10,0	.	23,8	14,0	8,1	7,9	(7,1)	(78)	0,6	2,8	.	0,5
8	756,9	8,1	11,1	9,6	3,9	8,7	8,5	12,8	12,0	8,6	8,4	5,6	67	0,0	5,1	34,7	0,8
9	761,2	4,5	9,6	7,1	1,7	6,1	5,4	17,6	9,7	7,9	8,0	4,8	70	.	3,0	16,1	0,4
10	757,3	4,1	10,8	7,5	2,4	6,8	7,0	14,5	8,2	7,4	7,5	6,4	85	1,4	1,4	-7,8	0,5
11	764,5	3,7	12,6	8,2	3,2	8,0	8,0	34,0	10,4	7,4	7,4	6,6	82	.	2,1	21,0	0,4
12	761,0	7,3	10,2	8,8	3,3	7,3	7,0	6,5	8,9	8,0	7,9	6,6	87	1,0	1,3	37,6	0,5
13	761,4	1,9	6,7	4,3	-1,4	3,3	3,4	9,6	6,1	7,0	7,2	4,1	71	0,0	3,2	51,0	0,1
14	766,4	-0,6	7,7	3,6	-2,4	3,3	2,7	32,3	6,3	5,7	6,1	4,1	74	0,3	3,4	28,1	0,1
15	762,6	1,6	5,7	3,7	-2,5	2,0	1,2	18,2	6,8	5,9	6,1	4,6	90	1,0	.	6,1	0,1
16	768,2	-1,7	4,5	1,4	-5,0	0,6	0,2	48,6	4,1	4,7	5,2	3,4	71	.	.	23,3	0,4
17	769,0	-2,4	5,2	1,4	-5,2	1,4	1,9	37,8	5,1	4,0	4,5	3,5	68	.	.	55,6	0,3
18	763,7	1,9	12,0	7,0	0,8	6,8	7,6	16,2	9,1	4,6	4,7	6,3	81	0,3	2,1	26,7	0,3
19	761,2	7,3	10,5	8,9	2,7	8,6	8,2	5,9	8,9	6,5	6,1	7,4	92	0,6	1,7	28,6	0,2
20	765,9	6,4	12,0	9,2	2,2	8,8	8,4	15,0	13,4	6,9	6,6	6,6	80	.	2,7	41,4	0,1
21	762,7	5,9	14,3	10,1	3,3	9,4	9,2	27,7	13,3	7,4	7,2	5,5	65	.	3,5	29,4	0,1
22	754,2	5,7	13,0	9,4	2,6	7,8	6,1	17,0	13,4	7,9	7,7	5,9	81	6,1	1,9	23,0	0,1
23	747,8	0,8	4,9	2,9	-3,3	1,8	1,9	16,9	6,4	7,3	7,4	3,4	69	1,9	.	27,6	1,0
24	744,6	-1,5	6,2	2,4	-4,5	1,5	0,8	22,0	5,2	5,5	5,9	4,4	87	2,0	.	27,1	0,6
25	744,2	-1,7	4,6	1,5	-5,4	1,2	1,1	34,8	4,1	4,8	5,2	4,2	83	0,3	.	7,3	0,7
26	758,2	-0,7	7,5	3,4	-3,7	2,7	2,8	37,2	6,9	4,6	4,9	4,0	74	0,0	.	33,8	0,8
27	752,4	-0,1	11,3	5,6	-1,6	4,7	4,9	24,6	7,7	4,7	4,8	4,8	75	0,2	2,1	37,5	0,5
28	741,3	2,1	8,5	5,3	-2,2	5,0	5,4	7,6	4,8	5,5	5,4	6,4	96	8,1	0,5	-32,2	0,8
29	730,5	6,6	14,4	10,5	2,5	9,2	8,4	21,8	14,4	6,2	5,9	(7,2)	(85)	10,0	0,9	-9,0	0,6
30	733,1	0,8	4,2	2,5	-5,8	2,7	1,2	6,2	3,1	6,8	6,7	5,0	93	4,2	0,9	-8,8	0,4
31	745,4	0,5	9,7	5,1	-3,2	4,7	4,5	50,0	9,3	5,4	5,7	4,5	73	0,3	3,1	32,5	0,4

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) moyenne des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 10
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.) (18)	Inclinaison. (Fortification.) (19)	Intensité horizontale. (Parc.) (20)	Intensité totale. (Parc.) (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
						km	kg			
1	17°5',1	65°33',7	1,9318	4,6501	SW	32,6	10,1	SW	10	Bourr. Pluv. matin et soir, surtout de 3h à 7h m.
2	3,9	33,6	9317	6496	SW à NW	23,3	5,1	W ¼ SW	9	Id. jusqu'à 3h s.; pluie mat. et milieu jour.
3	4,0	33,2	9322	6496	SW à NW	7,4	0,5	NW à SW	6	Ciel dégagé le soir avec forte rosée.
4	3,9	33,0	9323	6492	Très-variable	5,9	0,3	»	2	Brouil. m.; rares nuag. le jour; nuit sereine.
5	(4,3)	//	//	//	NW à WSW	11,5	1,3	NNW	(5)	Petite pluie après midi.
6	5,6	33,4	9321	6499	W ¼ SW	27,8	7,3	SW à NW	10	Presq. touj. pluvieux, surtout de 6h à 8h soir.
7	(5,2)	//	//	//	WNW	25,5	6,1	NW	(9)	Soirée pluvieuse, surtout de 5h à 6h45m soir.
8	4,3	33,6	9321	6505	NW	26,4	6,6	NW	9	Gouttes de pluie entre 6h et 9h matin.
9	5,5	33,4	9321	6499	Très-variable	10,8	1,1	N	8	État du ciel variable.
10	6,6	33,7	9318	6501	S à W	13,5	1,7	WSW	10	Pluies intermittentes.
11	5,8	33,9	9317	6504	WNW	19,0	3,4	N	7	Forte rosée le matin; ciel couvert le soir.
12	3,8	33,8	9315	6497	NW à NE	17,9	3,0	NNW	7	Pluie de 9h25m matin à 2h25m soir.
13	4,0	33,9	9325	6524	NNW	17,0	2,7	NNW	6	Pluvieux le soir de 6h à 9h
14	4,7	34,2	9318	6515	N	18,5	3,2	NNE	7	Givre le matin; soirée pluvieuse.
15	3,8	34,7	9312	6516	N	16,5	2,5	NNE	6	Temps à giboulées jusqu'au soir.
16	5,3	33,9	9318	6507	NNE	23,7	5,3	NNE	3	Givre le matin.
17	5,9	34,2	9318	6515	NE à NW	13,8	1,8	N	6	État du ciel variable.
18	6,4	34,0	9318	6509	W à NW	13,0	1,6	NNW	10	Pluvieux depuis 5h45m soir.
19	5,2	33,5	9322	6505	N ¼ NW	20,4	3,9	N ¼ NW	10	La pluie cesse à la brune.
20	5,6	33,4	9325	6509	N	11,9	1,3	N	10	Presque toujours couvert.
21	5,2	33,5	9315	6488	NE à NW	9,0	0,8	N	10	»
22	4,1	32,8	9321	6481	N à W	12,1	1,4	W ¼ NW	10	Pluvieux depuis 5h15m soir.
23	3,1	33,3	9318	6483	N à W	18,6	3,3	N à W	5	Pluie cessant à 5 h. matin, suivie de quelques rafales avec neige au milieu du jour.
24	4,6	33,6	9321	6505	SW à NW	11,8	1,3	W ¼ SW	7	Neige sur le sol au mat.; apr.-midi pluvieuse.
25	4,2	34,2	9317	6513	W à NW	23,9	5,4	NNW	4	A la neige le matin, beau le soir.
26	6,1	33,4	9325	6509	NW à SW	14,6	2,0	WNW	3	Givre matin et soir; neige vers 2h soir.
27	5,6	33,9	9315	6500	Très-variable	13,8	1,8	W ¼ NW	9	Pluvieux vers 7h soir.
28	4,8	33,8	9317	6501	E à S	10,6	1,1	SE à SW	10	Pluie de 8h45m matin à midi 30, et de 5h45m soir à 2h matin, le 29; reprise à 1h soir, avec neige ou grésil, suivis de pluies fortes depuis 8h45m. — Giboulées la nuit et la journée du 30.
29	6,1	33,2	9321	6493	S à E et NE	19,5	3,6	SW-SE-NE	10	
30	2,7	34,2	9311	6498	NNW	30,9	9,0	NW	10	
31	5,7	33,7	9319	6503	NW à SW	21,8	4,5	WNW	7	La pluie reprend à 10h30m du soir.

Oscillations barométriques extrêmes : de 771mm,7 le 4 vers 10h m. à 756mm,8, le 8 vers 5h m.; de 769mm,3, le 17 vers 10h m. à 741mm,2 le 25 à 3h45m m.; de 758mm,5 le 26 à 7h50m s. à 726mm,0 le 29 vers minuit (minimum de ce mois).

Vitesses maxima du vent à 20m de hauteur: de 30 à 35km, les 11, 12, 16, 19, 27 et 31; de 36 à 40km, les 2, 7, 8 et 15; de 41 à 50km, les 13, 14, 23, 25, 29 et 30; de 52km, le 6, et de 58km le 1er (déduites du temps le plus court employé par le vent pour parcourir 5 kilomètres).

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mars 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
		′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique	17° +	1,9	1,8	9,9	9,1	5,3	3,4	2,5	17. 4,9
Inclinaison »	65° +	(33,8)	34,3	33,6	33,6	33,5	33,3	33,6	65.33,6
Force magnétique totale	4,+	(6512)	6500	6485	6503	6504	6503	6503	4,6501
Composante horizontale	1,+	(9322)	9310	9312	9320	9321	9323	9320	1,9319
Composante verticale	4,+	(2309)	2301	2284	2299	2300	2298	2299	4,2298
Électricité de tension (éléments Daniell) (29 jours).		21,1	13,2	15,0	5,8	37,8	37,4	18,3	23,1
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°		756,80	757,34	757,27	756,54	756,67	756,95	756,67	756,85
Pression de l'air sec		751,02	751,63	751,67	751,09	751,02	751,19	750,97	751,17
Tension de la vapeur en millimètres		5,78	5,71	5,60	5,45	5,65	5,76	5,70	5,68
État hygrométrique		90,2	79,2	68,1	64,1	73,6	81,8	86,6	79,6
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre enregistreur (nouvel abri)		4,08	5,96	8,24	8,67	6,95	5,59	4,61	6,06
Thermomètre électrique à 20 mètres		4,41	5,85	7,67	8,12	6,77	5,62	4,77	5,91
Degré actinométrique		0,21	30,01	46,13	29,40	0,69	»	»	21,29
Thermomètre du sol. Surface		3,26	7,74	11,11	9,67	5,73	4,50	3,64	5,94
» à $0^m,02$ de profondeur		5,88	5,80	6,51	7,32	7,40	6,98	6,47	6,57
» à $0^m,10$ »		6,68	6,49	6,56	7,03	7,43	7,42	7,15	6,96
» à $0^m,20$ »		7,01	6,87	6,77	6,83	7,08	7,24	7,21	7,02
» à $0^m,30$ »		6,95	6,88	6,78	6,76	6,86	6,99	7,00	6,90
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur		7,82	1,40	5,14	2,68	8,47	10,85	3,99	t. 40,35
Pluie moyenne par heure		0,042	0,015	0,055	0,029	0,091	0,117	0,043	″
Évaporation moyenne par heure (24 jours)		0,043	0,053	0,125	0,176	0,154	0,078	0,058	t. (52,5)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		16,16	16,80	19,65	19,96	18,91	15,96	16,55	17,52
Pression moy. en kilog. par mètre carré		2,46	2,66	3,64	3,75	3,37	2,40	2,58	2,89

Données horaires.

Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 3,4	756,60	4,48	4,64	1,69	16,92	1h soir	17.10,9	757,00	8,08	8,53	0,86	20,07
2 »	4,5	56,58	4,20	4,46	3,02	16,45	2 »	10,5	56,74	8,24	8,65	0,34	20,36
3 »	5,1	56,58	4,04	4,35	1,94	16,11	3 »	9,1	56,54	8,12	8,67	1,48	19,44
4 »	4,9	56,62	4,01	4,21	0,67	15,80	4 »	7,5	56,46	7,79	8,15	2,66	19,47
5 »	3,6	56,69	4,13	4,11	0,24	15,34	5 »	6,1	56,51	7,31	7,71	2,03	19,27
6 »	1,9	56,80	4,41	4,08	0,26	16,35	6 »	5,3	56,66	6,77	6,95	3,78	18,03
7 »	0,5	56,97	4,79	4,32	0,39	15,81	7 »	4,7	56,83	6,29	6,47	3,13	16,36
8 »	0,4	57,16	5,29	5,09	0,56	16,67	8 »	4,1	56,92	5,91	5,98	5,38	15,82
9 »	1,8	57,34	5,86	5,96	0,45	17,92	9 »	3,4	56,94	5,62	5,59	2,34	15,70
10 »	4,5	57,44	6,48	6,89	0,66	19,44	10 »	2,7	56,88	5,36	5,25	1,38	16,49
11 »	7,5	57,44	7,12	7,64	2,41	19,37	11 »	2,1	56,78	5,08	4,89	0,44	16,62
Midi...	9,9	57,27	7,68	8,24	2,07	20,15	Minuit..	2,5	56,67	4,78	4,61	2,17	16,53

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 3°,4 Des maxima........ 10°,0 Moyenne........... 6°,7

Thermomètres de la surface du sol sans abri.

Des minima... ..... 2°,3 Des maxima........ 15°,5 Moyenne........... 8°,9

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878. Mars 2 à 6.. 8°,7	Mars 12 à 16... 3°,3	Mars 22 à 26....... 3°,0
» 7 à 11.. 7,9	» 17 à 21... 7,0	» 27 à 31....... 5,3

N° 14.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 8 Avril 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 14.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 15 (15 Avril 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Taches du Soleil et magnétisme;* par M. FAYE.

« On est généralement convaincu que les taches agissent sur les variations de l'aiguille aimantée, parce qu'on leur suppose la même période. Ayant eu l'occasion d'examiner cette hypothèse ([1]), j'ai fait remarquer que la période des taches est de $11^a,11$ d'après M. Wolf, de Zurich; que celle des variations en déclinaison de l'aiguille aimantée est de $10^a,45$ d'après MM. Lamont, Loomis et Broun; que, par suite, les deux phénomènes sont indépendants l'un de l'autre.

» Comme cette hypothèse tient à cœur à beaucoup de personnes, M. Piazzi Smyth a invité ces savants à s'expliquer à ce sujet ([2]). M. Broun et M. Wolf ont répondu en affirmant de nouveau l'exacte et constante concordance des deux phénomènes, mais en maintenant chacun sa période ([3]); la question de l'Astronome royal d'Écosse est donc restée sans réponse.

([1]) *Comptes rendus*, 30 juillet 1877, et *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1878.

([2]) Journal anglais *Nature*, vol. XVII, p. 220.

([3]) Broun, dans *Nature*, 23 janvier 1878, et Wolf, dans *Mémoire sur la période commune*; voir aussi *Astron. Mittheilungen*, n° XLVI.

» Pour y répondre, il faut déterminer séparément chaque période *en dehors de toute idée préconçue.* Comme les influences de cet ordre se glissent aisément dans la discussion des observations douteuses, incomplètes, susceptibles d'être arrangées de diverses manières, j'ai pensé qu'il ne fallait employer ici que des observations certaines, complètes, qui s'imposent telles qu'elles sont. Pour l'aiguille aimantée, je prends la série moderne depuis Arago. Antérieurement, les seules observations instituées par Cassini à l'Observatoire, malheureusement interrompues en 1792, méritent une entière confiance, grâce à l'excellence de l'instrument construit sur les indications de Coulomb. Il y a là un intervalle de 90 ans qui est bien suffisant

» De même, pour les taches, je n'emploie que les observations instituées expressément en vue de la loi de leur variation, par suite en pleine connaissance du but à atteindre et des soins qu'exige une telle recherche. Par cette double limitation, j'évite le reproche adressé à M. Wolf d'avoir basé certaines époques de maximum des taches sur des observations trop peu nombreuses, faites par des astronomes qui ne s'occupaient guère que des belles taches (¹); j'évite aussi l'inconvénient de ces observations magnétiques postérieures à Cassini, dans lesquelles M. Wolf compte deux périodes là où M. Broun en compte trois. Voici ces documents certains (²) :

ÉPOQUES CERTAINES DES MAXIMA ET DES MINIMA DES TACHES SOLAIRES ET DES VARIATIONS MAGNÉTIQUES.

Taches solaires.			Variations magnétiques.		
	»		Max.	1787,2	Cassini.
	»			Lacune.	
	»		min.	1824,2	Arago.
	»		M.	1829,7	
min.	1833,9	Schwabe.	m.	1833,8	
Max.	1837,2		M.	1837,7	
m.	1843,5		m.	1844,5	
M.	1848,1		M.	1848,7	
m.	1856,0		m.	1856,4	
M.	1860,1		M.	1859,8	
m.	1867,2		m.	1866,7	
M.	1870,6		M.	1870,8	
m.	1878,0		m.	1877,5	

(¹) LAMONT, *Einige Bemerkungen über die zehnjährige Period,* p. 23.

(²) BROUN, *On the decennial period,* dans les *Trans. of the R. S. of Edinburgh,* vol. XXVII.

» Commençons par les taches. Soient x la petite correction de l'époque 1833,9, y la période et z l'intervalle supposé constant d'un minimum au maximum suivant, on aura les équations de condition suivantes :

$$\begin{aligned} 0^{a} &= x, & 26^{a},2 &= x + 2y + z,\\ 3,3 &= x + z, & 33,3 &= x + 3y,\\ 9,6 &= x + y, & 36,7 &= x + 3y + z,\\ 14,2 &= x + 2y + z, & 44,1 &= x + 4y,\\ 22,1 &= x + 2y, & & \end{aligned}$$

et pour équations finales

$$\begin{aligned} 189,5 &= 9x + 16y + 4z,\\ 506,8 &= 16x + 144y + 6z,\\ 80,4 &= 4x + 6y + 4z. \end{aligned}$$

Les valeurs des inconnues sont

$$x = -0^{a},58, \quad y = 11^{a},20 \pm 0^{a},10, \quad z = 3^{a},88.$$

» C'est à peu près la période de M. Wolf. Pour essayer la période de la boussole que M. Broun veut imposer aux taches du Soleil, nous ferons $y = 10,45$ dans la première et la seconde équation, d'où

$$x = +0^{a},9, \quad y = 10^{a},45, \quad z = 3^{a},52.$$

» Voici la comparaison des observations avec ces deux systèmes :

Observation.	Calcul ($y = 11^{a},20$).	Calcul ($y = 10,45$).	C − O $y = 11^{a},20$.	C − O $y = 10,45$.
m. 1833,9	1833,3	1834,8	$-0^{a},6$	+ 0,9
M. 1837,2	1837,2	1837,6	0	+ 1,1
m. 1843,5	1844,5	1845,3	+ 1,0	+ 0,8
M. 1848,1	1848,4	1848,8	+ 0,3	+ 0,4
m. 1856,0	1855,7	1855,7	− 0,3	0
M. 1860,1	1859,6	1859,2	− 0,5	− 0,9
m. 1867,2	1866,9	1866,2	− 0,3	− 0,7
M. 1870,6	1870,8	1869,7	+ 0,2	− 0,9
m. 1878,0	1878,1	1876,6	+ 0,1	− 1,4

» Ainsi la période magnétique déterminée par M. Broun ne satisfait pas aux observations. Tout au contraire, celles-ci nous donnent presque exactement la période de 11ᵃ,11, que M. Wolf a déduite de l'ensemble des documents relatifs aux taches depuis leur découverte, c'est-à-dire deux siècles et demi.

» Il nous sera aisé maintenant d'apprécier les travaux de M. Wolf et la portée des critiques de M. A. Broun. Pour cela je remarque que ces critiques sont toutes basées sur l'emploi d'un maximum des taches que M. Wolf aurait trouvé, vers 1788, tout près du maximum magnétique de Cassini en 1787,2. Les documents de cette époque sont peu nombreux.

« C'est juste à cette époque, où nous aurions le plus besoin de séries complètes d'observations de taches solaires, qu'elles manquent le plus, dit M. Broun dans le Mémoire déjà cité. Les nombres *relatifs* de taches fixés par le Dʳ Wolf pour cette période (1790-1815) ne sont que des évaluations grossières ou même, en certains cas, des conjectures fort hasardées (*doubtful guesses*). »

» Je me demande si, pour reconnaître un maximum des taches en 1788, M. Wolf s'est laissé influencer par la présence certaine et bien accentuée du maximum de la boussole en 1787, car par deux procédés différents, pris dans les seules taches, j'arrive à un tout autre résultat.

» 1° En retranchant quatre périodes ou 44ᵃ,44 de la date certaine de 1837,3, on trouve un maximum en 1792,8.

» 2° Sir J. Herschel a remarqué que l'an 1800 était une année de minimum des taches. En retranchant de cette date la différence

$$11^a,11 - 3^a,9 = 7^a,2$$

qui doit exister entre un minimum et le maximum précédent, on trouve encore 1792,8.

» 3° Enfin, de 1788,1 au minimum suivant de M. Wolf 1798,3, il y a 10 ans (au minimum de J. Herschel, il y aurait 12 ans), intervalle qui ne se rencontre pas une seule autre fois dans toute la durée des observations des taches en deux siècles et demi.

» Quoi qu'il en soit, M. Broun n'hésite pas à faire coïncider ce maximum des taches avec celui de l'aiguille; dès lors toute sa critique de la période de 11ᵃ,11 de M. Wolf roule uniquement sur l'emploi de cette date de 1787,2, qui est bien celle de l'aiguille de Cassini, mais qui ne répond à rien de certain pour les taches. Pour faire apprécier cette critique, je rapporterai d'abord les résultats des longues et belles recherches de M. Wolf

sur l'histoire entière des taches du Soleil depuis Galilée et le P. Scheiner.

m. 1610,8	M. 1685,0	m. 1755,2	M. 1829,9
M. 1615,5	m. 1689,5	M. 1761,5	m. 1833,9
m. 1619,0	M. 1693,0	m. 1766,5	M. 1837,2
M. 1626,0	m. 1698,0	M. 1769,7	m. 1843,2
m. 1634,0	M. 1705,5	m. 1775,5	M. 1848,1
M. 1639,5	m. 1712,0	M. 1778,4	m. 1856,0
m. 1645,0	M. 1718,2	m. 1784,7	M. 1861,1
M. 1649,0	m. 1723,5	M. 1788,1	m. 1867,2
m. 1655,0	M. 1727,5	m. 1798,3	M. 1870,6
M. 1660,0	m. 1734,0	M. 1804,2	m. 1878,0
m. 1666,0	M. 1738,7	m. 1810,6	
M. 1675,0	m. 1745,0	M. 1816,4	
m. 1679,5	M. 1750,3	m. 1823,3	

» Si, au lieu de choisir parmi ces nombres qui, certes, ne peuvent avoir tous la même valeur, précisément la date la plus douteuse ou tout au moins la plus extraordinaire, M. Broun avait pris une date moins douteuse, si, par exemple, il avait pris 1870,6, il aurait trouvé $11^a,11$ comme M. Wolf. En comparant 1787,2, il trouve :

Avec 1693.........	$y=10,43$	Avec 1649	$y=10,64$
» 1685.........	10,23	» 1639,6.........	10,56
» 1675.........	10,21	» 1626	10,75
» 1660.........	10,61	» 1615,5.........	10,75

» Pour moi, en comparant 1870,6 avec les mêmes dates, je trouve :

Avec 1693.............	11,10	Avec 1649	11,08
» 1685.............	10,92	» 1639,5.............	11,00
» 1675.............	10,87	» 1626	11,13
» 1660.............	11,07	» 1615,5.............	11,09

» De plus, la table de M. Wolf montre que, d'un minimum au maximum suivant, l'intervalle moyen est de $4^a,5$. Or, nous venons de trouver près de 4 ans par les seules observations modernes. Je conclus de cet examen que les critiques de M. Broun n'ont pas d'autre base que l'erreur accidentelle commise en 1788, soit parce que M. Wolf se sera trop laissé influencer par le maximum incontestable de la boussole de Cassini, soit parce qu'il se sera produit dans le Soleil, juste à cette époque, un phénomène extraordinaire.

» Je dois, avant d'aller plus loin, faire remarquer combien la conviction profonde de ces deux savants, au sujet de l'hypothèse dont nous nous occupons, a été défavorable à la pleine et impartiale manifestation de la vérité.

» Quoi qu'il en soit, s'il s'est glissé quelques erreurs (ne pas oublier qu'il peut y avoir eu non pas erreur, mais bien anomalie) dans la masse énorme de travail accomplie par M. Wolf, je conclus néanmoins que la période des taches est $11^a,11$, telle que M. Wolf l'a formulée et que ce nombre restera dans la science.

» Passons aux variations de la déclinaison. Puisqu'il y a contestation pour le nombre des périodes entre 1787 et 1829, omettons d'abord la première date. Les observations donnent, à partir de 1824,2, les équations de conditions suivantes :

$$\begin{aligned} 0^a &= x, & 32^a,2 &= x+3y,\\ 5,5 &= x, & 35,6 &= x+3y+z,\\ 9,6 &= x+y, & 42,6 &= x+4y,\\ 13,5 &= x+y+z, & 46,6 &= x+4y+z,\\ 20,3 &= x+2y, & 53,3 &= x+5y;\\ 24,5 &= x+2y+z, & & \end{aligned}$$

D'où l'on tire $y = 10^a,65$, résultat qui donne pleinement raison à M. Broun contre M. Wolf et nous oblige à compter, avec le premier, quatre périodes et non pas trois en 1787 et 1824. Joignons donc au système précédent l'équation $37,0 = x - 4y + z$ relative à 1787,2. De ces deux équations on tire

$$x = 0^a,08, \quad y = 10^a,50 \pm 0^a,08, \quad z = 4^a,20 \pm 0,36.$$

» Si l'on adoptait la période des taches, $11^a,11$, comme le veut M. Wolf, on aurait

$$x = -1^a,43, \quad y = 11^a,11, \quad z = 5^a,10.$$

Dates.	Observations.	Calcul ($y = 10,50$).	Calcul ($y = 11,11$).	C − O ($y = 10,50$).	C − O ($y = 11,11$).
M. 1787,2...	$-37^a,0$	$-37^a,7$	$-40^a,8$	$-0^a,7$	$-3^a,0$
....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....
m. 1824,2...	0,1	+ 0,1	− 1,4	+ 0,1	− 1,5

Dates.	Observations.	Calcul ($y = 10,50$).	Calcul ($y = 11,11$).	C — O ($y = 10,50$).	C — O ($y = 11,11$).
	a	a	a	a	a
M. 1829,7...	5,5	4,3	+ 3,7	— 1,2	— 0,6
m. 1833,8...	9,6	10,6	9,7	+ 1,0	— 0,9
M. 1837,7...	13,5	14,8	14,8	+ 1,3	0
m. 1844,5...	20,3	21,1	20,8	+ 0,8	— 0,3
M. 1848,7...	24,5	25,3	25,9	+ 0,8	+ 0,6
m. 1856,4...	32,2	31,6	31,9	— 0,6	+ 0,4
M. 1859,8...	35,6	35,8	37,0	+ 0,2	+ 1,2
m. 1866,8...	42,6	42,6	43,0	— 0,5	+ 0,9
M. 1870,8...	46,6	46,3	48,1	— 0,3	+ 1,4
m. 1877,5...	53,3	52,6	54,1	— 0,7	+ 1,5

» La conclusion est évidente : la vraie période est celle de M. Broun, à qui nous devons la manifestation de la vérité sur ce point capital. La période de M. Wolf, c'est-à-dire celle des taches solaires, est absolument inadmissible pour la variation du magnétisme.

» Il reste seulement ce fait accidentel que les deux phénomènes périodiques marchaient à peu près d'accord il y a quelques années. Pour fixer la date, calculons par nos formules les époques des maxima et des minima suivants :

Boussole.	Taches.	Différence.
M. 1838,8	1837,2	+ 1,6
m. 1845,3	1844,5	+ 0,8
M. 1849,5	1848,4	+ 1,1
m. 1855,8	1855,7	+ 0,1
M. 1860,0	1859,6	+ 0,4
m. 1866,3	1866,9	— 0,6
M. 1870,5	1870,8	— 0,3
m. 1876,8	1878,1	— 1,3

» C'est vers 1860 que l'accord avait lieu. Il est donc tout naturel que les observateurs, frappés d'une concordance si prolongée, aient cru à l'égalité parfaite des périodes et à la connexion physique des deux éléments.

» Ce qui contribue ici à l'illusion produite, c'est que les phénomènes appartiennent tous deux à la catégorie de ceux qui croissent un peu plus vite qu'ils ne décroissent. En effet, pour les taches, le maximum est à $3^a,9$ du minimum précédent et à $7^a,2$ du minimum suivant, tandis que pour l'aiguille les nombres correspondants sont $4^a,2$ et $6^a,3$. Cela contribue à faire croire que la courbe de l'aiguille reproduit fidèlement toutes les inflexions

de celle des taches. C'est ce qui a permis à M. Wolf de représenter les observations magnétiques contemporaines de Prague, Milan, etc., par des formules relatives aux taches solaires. Mais cela n'empêchera pas les discordances de s'accentuer de plus en plus jusqu'au renversement complet vers 1950.

» Voici finalement ma réponse à la question de M. Piazzi Smyth : 1° les périodes $10^a,45$ pour la boussole, $11^a,11$ pour les taches ont été bien déterminées, l'une par M. Broun, l'autre par M. Wolf; 2° les deux phénomènes sont sans rapport entre eux ; 3° un ensemble de circonstances favorables, qui se reproduit tous les 176 ans, a fait croire à la connexion de ces deux phénomènes; 4° ces concomitances passagères ne sont pas absolument rares dans l'histoire des sciences. Il y a quelques années, on en avait noté une pareille entre les taches et les rayons vecteurs de Jupiter. On peut voir ce qui en est arrivé dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'homogénéité dans les formules de Physique.* Note de M. J. BERTRAND.

« Les unités sont arbitraires, mais la dépendance des grandeurs qu'elles mesurent impose à leurs variations, en Physique aussi bien qu'en Géométrie et en Mécanique, certaines relations nécessaires. Si l'on choisit, par exemple, une unité de longueur dix fois moindre, il faut rendre l'unité de volume mille fois plus petite, et, si l'on double l'unité de force, il faut en même temps doubler l'unité de masse. Les formules restent invariables pour de tels changements : c'est en cela que consiste leur homogénéité. Quand une formule est obtenue, on constate aisément qu'elle est homogène; mais cette vérification, dont le succès est certain, serait sans intérêt comme sans utilité. Il en est autrement des conditions imposées *à priori*, par l'homogénéité nécessaire des formules encore inconnues; plus d'une loi physique peut s'en déduire et y trouver la plus simple à la fois et la plus rigoureuse des démonstrations.

» Considérons, par exemple, la propagation de l'électricité dans un fil télégraphique isolé et considéré comme indéfini. Supposons que l'extrémité, étant mise en communication avec le pôle de la pile, soit portée et maintenue au potentiel V_0; une théorie très-imparfaite encore, reposant sur des hypothèses incertaines et sur des calculs trop hardiment simplifiés, a fait connaître l'expression du temps nécessaire pour que le potentiel en

un point donné du fil atteigne une valeur donnée V. Cherchons quelles conditions l'homogénéité d'une telle formule impose à la loi qu'elle exprime et pour cela définissons d'abord les unités dont on doit faire usage.

» L'*unité de longueur*, l'*unité de temps* et l'*unité de force* sont arbitraires et indépendantes; mais, quand on les a choisies, toutes les autres s'y rattachent et doivent s'en déduire.

» L'*unité de masse électrique* est la quantité d'électricité qui, concentrée en un point, exerce sur une quantité égale concentrée à la distance unité une répulsion égale à l'unité.

» L'*unité d'intensité de courant* est l'intensité telle que l'action d'un élément *ds* sur un élément *ds'* de courant identique soit représentée par la loi d'Ampère, dans laquelle les facteurs représentant les intensités, et qu'il désigne par *i* et *i'*, sont remplacés par l'unité.

» L'*unité de résistance* est la résistance d'un fil dans lequel s'établit le courant d'intensité unité, lorsque la différence des potentiels extrêmes est l'unité.

» Le potentiel mesuré par l'unité est celui d'une sphère métallique, de rayon unité, chargée sur sa surface d'une masse électrique égale à l'unité. Si l'on change l'unité de longueur, l'unité de temps et l'unité de force en les rendant respectivement α, β, γ fois plus petites, il résulte des définitions précédentes que l'unité de masse électrique sera divisée par $\alpha\sqrt{\gamma}$, l'unité d'intensité par $\sqrt{\gamma}$ et l'unité de potentiel également par $\sqrt{\gamma}$: l'unité de résistance ne sera pas changée ; mais, si l'on considère un fil indéfini, la résistance de l'unité de longueur, primitivement représentée par R, le sera par $\frac{R}{\alpha}$.

» Supposons que l'extrémité d'un fil soit portée et maintenue au potentiel V_0, tout le fil étant d'abord au potentiel zéro, et supposons que le point situé à la distance l parvienne, après le temps T, au potentiel V, l'expression de T peut dépendre évidemment de V_0, de V et de l, de la résistance R de l'unité de longueur de fil et de deux éléments physiques qui sont : 1° la capacité électrique du fil, c'est-à-dire la quantité d'électricité qui charge l'unité de longueur quand le potentiel est égal à l'unité, et 2° la quantité d'électricité E qui, dans un courant d'intensité unité, traverse dans l'unité de temps une section du fil.

» On aura donc

$$T = F(V_0, V, l, R, C, E), \tag{1}$$

et cette formule doit être homogène.

» Si l'on change les unités, comme il a été dit plus haut, on voit immédiatement que C ne change pas et que E devient $\frac{E\alpha}{\beta}$; on devra donc avoir

$$\beta T = F\left(V\sqrt{\gamma}, V_0\sqrt{\gamma}, l\alpha, \frac{R}{\alpha}, C, E\frac{\alpha}{\beta}\right).$$

» Cette équation doit avoir lieu quels que soient les nombres α, β, γ; on en conclut très-aisément que la relation (1) doit pour cela avoir la forme nécessaire

$$T = \frac{l}{E}\varpi\left(\frac{V_0}{V}, lR, C\right),$$

et cette formule, homogène, quelle que soit la fonction ϖ, exprime la loi la plus générale qui soit compatible avec la condition d'homogénéité.

» Le temps T devant croître évidemment avec la résistance R ne peut pas être proportionnel à l, et il est impossible, par conséquent, qu'il existe pour l'électricité une *vitesse de propagation* comme pour la lumière ou le son. Il y a plus, on peut démontrer aisément qu'en négligeant l'induction du courant sur lui-même le temps T est proportionnel à la résistance R.

» Considérons en effet deux fils identiques à tout autre point de vue et dont les résistances soient dans le rapport de α à l'unité. Si, à un certain instant, l'état électrique est le même pour les deux fils, c'est-à-dire si aux points semblablement placés la densité est la même, par conséquent aussi le potentiel puisque les fils sont géométriquement identiques, les forces électromotrices étant par suite les mêmes, le rapport des intensités des courants homologues sera égal à celui des résistances, c'est-à-dire à α, et la quantité d'électricité qui dans le temps dt traversera une section du premier fil sera la même que celle qui dans le temps $\alpha\,dt$ traverse la section semblablement placée dans le second : la quantité d'électricité accumulée dans une tranche quelconque sera donc la même des deux côtés, pourvu que l'on compare le premier fils après le temps dt au second après le temps $\alpha\,dt$, et l'identité des états électriques se maintiendra indéfiniment, pourvu que l'on compare le premier après le temps t au second après le temps αt; le temps nécessaire pour que le potentiel atteigne la valeur V à la distance l, étant T pour le premier, sera αT pour le second, et le rapport des temps est celui des résistances.

» La fonction ϖ, d'après ce qui précède, étant proportionnelle à R, l'est nécessairement à Rl, et la formule (1) prend la forme

$$T = \frac{l^2 R}{E} F\left(\frac{V_0}{V}, C\right).$$

» Le temps nécessaire pour que le potentiel acquière une valeur donnée est par conséquent, pour un même fil, proportionnel au carré de sa longueur.

» Ce résultat, obtenu pour la première fois par M. William Thomson, a été confirmé par l'expérience; mais les démonstrations proposées jusqu'ici paraissent loin d'être rigoureuses.

» Dans son admirable Ouvrage *Sur la théorie analytique de la chaleur*, Fourier indique l'influence exercée par le choix des unités sur les coefficients spécifiques relatifs à la propagation de la chaleur ; mais, loin d'utiliser le tableau des *exposants de dimensions*, donné à la page 157 de son livre, pour prévoir la loi de certains phénomènes, il ne s'arrête même pas à signaler l'homogénéité des formules obtenues.

» En appliquant la méthode qui fait l'objet de cette Note au problème du refroidissement d'une sphère homogène, on obtient un résultat digne d'être signalé.

» Dans la solution du problème du refroidissement d'une sphère homogène, on doit faire intervenir le rayon R de la sphère, le temps écoulé t, la température V, au point considéré, la conductibilité intérieure K, la conductibilité extérieure h, le calorique spécifique C, la densité D. Les unités arbitraires sont au nombre de quatre; aux unités de longueur, de temps et de force, il faut adjoindre celle de température, si les unités sont rendues respectivement α, β, γ et δ fois plus petites, en supposant que l'unité de chaleur corresponde à celle de travail et qu'elle devienne par conséquent $\gamma\alpha$ fois plus petite, et, en tenant compte de cette différence avec les hypothèses de Fourier qui n'établissait aucune dépendance entre les mesures de la chaleur et celle du travail, on trouve que, si le temps nécessaire pour que la température moyenne de la sphère rayonnant dans un milieu entretenu à zéro devienne V_1, la température initiale, étant V_0, est représentée par la formule

$$(a) \qquad T = F(V, V_0, k, C, D, h, R);$$

on devra avoir, après le changement des unités,

$$(b) \qquad T = F\left(\delta V, \delta V_0, \frac{k\gamma}{\delta\beta}, \frac{h\gamma}{\alpha\beta\delta}, \frac{C\alpha^2}{\beta^2\delta}, \frac{D\beta^2\gamma}{\alpha^4}, R\alpha\right).$$

Les facteurs arbitraires α, β, γ, δ doivent disparaître de cette équation, c'est la condition d'homogénéité; mais il ne paraît pas possible d'en déduire

119..

aucun théorème digne d'intérêt sans transformer préalablement l'équation (a); il est aisé d'établir que les coefficients k, C, D, h doivent figurer par les rapports $\frac{k}{CD}$ et $\frac{h}{k}$ seulement et que deux corps différents, géométriquement identiques, pour lesquels ces rapports sont les mêmes, étant placés dans les mêmes conditions calorifiques, s'échaufferont ou se refroidiront suivant la même loi. D'après cela, la formule (a) peut s'écrire

$$(c) \qquad T = F\left(V, V_0, \frac{k}{CD}, \frac{h}{k}, R\right);$$

et l'on doit avoir, quelles que soient les constantes $\alpha, \beta, \gamma, \delta$,

$$\beta T = F\left(\delta V, \delta V_0, \frac{k}{CD}\frac{\alpha^2}{\beta}, \frac{h}{k\alpha}, R\alpha\right);$$

et, pour cela, il faut et il suffit, comme on le démontre très-aisément, que l'équation (c) soit de la forme

$$(c) \qquad T = \frac{CDR^2}{k} F\left(\frac{V_0}{V}, \frac{Rh}{k}\right).$$

Et par conséquent, si par une méthode quelconque, théoriquement ou expérimentalement, on obtient la loi qui lie le temps T à la conductibilité h, on en pourra conclure la forme de l'équation qui lie ce même temps au rayon R. Si, par exemple, T est, pour une même valeur de R, inversement proportionnel à h, il doit être, pour une même valeur de h, directement proportionnel à R. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'oxygène sur les chlorures acides et composés analogues : étain, silicium, bore;* par M. **Berthelot**.

I. — Étain : *Données thermiques.*

$Sn + O = SnO$ hydraté dégage	$+34,5$ (1)	
$Sn + O^2 = SnO^2$ hydraté	$+67,6$ (1)	
$Sn + Cl = SnCl$ anhydre cristallisé	$+40,4$	(Thomsen)
$Sn + Cl^2 = SnCl^2$ liquide	$+63,6$	(Th.)

(1) M. Thomsen a donné $+34,1$ et $+66,8$; mais il admet dans son calcul $+34,1$ pour la chaleur de formation de l'eau, tandis que je crois $+34,5$ préférable.

$Sn + Br$ gaz $= SnBr$ (1) anhydre cristallisé. ..... + 35,7 (Berthelot)
$Sn + Br^2$ gaz $= SnBr^2$ (2) anhydre cristallisé...... + 57,7; liquide, + 56,2 (B.)

» Les chaleurs de formation des deux oxydes sont à peu près doubles l'une de l'autre, comme Dulong l'avait remarqué. Mais ce rapport ne subsiste pas pour les chlorures et bromures.

---

(1) { SnCl + (1p + 80p eau renfermant KBr) à 10 degrés.... + 0,40
{ SnBr (1p + quantité d'eau équivalente renfermant KCl). — 0,70

On a dès lors : système initial : Sn + Cl + K + Br gaz + eau.

Sn + Br gaz = Sn Br anhydre..	x	Sn + Cl = Sn Cl anhydre.....	+ 40,4
K + Cl + eau = KCl dissous.	+ 100,8	K + Br gaz + eau = KBr diss..	+ 95,0
Réaction des deux corps.....	— 0,7	Réaction des deux corps......	+ 0,4
	x + 100,1		+ 135,8

L'identité du système final étant admise, quelle qu'en soit la nature réelle (oxybromure et oxychlorure, etc.), on tire de là : $x = + 35,7$.

J'ai trouvé d'ailleurs, à 10 degrés :

SnCl + eau (1p + 60p) dégage... + 0,37 } à peu près le même chiffre qu'en présence de KCl.
SnCl, 2HO + eau (1p + 20p)... — 2,53

SnBr anhydre + eau (1p + 70p) donne d'abord lieu à une absorption de chaleur, soit — 0,82, par suite de la dissolution du sel; mais presque aussitôt se développe une deuxième réaction, qui dégage de la chaleur avec formation d'un oxybromure insoluble, soit + 0,41, la somme des effets réunis étant une absorption de — 0,41. La dissolution de SnBr dans une solution renfermant KCl donne également lieu à ces deux effets, le premier ayant absorbé — 1,09 et le second ayant dégagé + 0,28 dans une expérience : la somme — 0,81 ne diffère guère du chiffre — 0,70 trouvé plus haut. J'ai déjà fourni bien des exemples de ces réactions successives exercées dans les dissolutions.

SnCl (1p + 20p eau) mêlé avec KI ($1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}$) a donné lieu d'abord à un précipité jaune et floconneux (oxyiodure), en dégageant + 0,92; puis ce précipité s'est transformé, en produisant une certaine dose d'iodure stanneux rouge (hydrate cristallisé), et en dégageant environ + 1,12; en tout + 2,04. — Cette réaction ne m'a pas paru assez nette pour être employée à calculer la chaleur de formation de l'iodure stanneux.

(2) $SnCl^2$ liquide (1p + 70p eau renfermant 2KBr) dégage à 10 degrés. + 14,06
$SnBr^2$ solide (1p + quantité d'eau équiv. renfermant 2KCl)....... + 8,40

On a dès lors, système initial : $Sn + Cl^2 + Br^2 + K^2 +$ eau :

$Sn + Br^2$ (gaz) $= SnBr^2$ sol.	x	$Sn + Cl^2 = SnCl^2$ liq..........	+ 63,6
2(K + Cl) + eau = KCl diss ..	+ 201,6	2(K + Br gaz) + eau = 2KBr dis.	+ 190,0
Réaction des deux corps......	+ 8,4	Réaction des deux corps.......	+ 14,1
	x + 210,0		+ 267,7

L'identité du système final étant admise, et sans se préoccuper de sa constitution réelle,

» La chaleur de formation des iodures d'étain n'a pu être mesurée; mais, d'après les analogies (arsenic, phosphore, mercure, etc.),

$Sn + I$ gaz $= Sn\,I$ solide, dégagerait environ . . . $+27$
$Sn + I^2$ gaz $= Sn\,I^2$ solide. » . . . $+40$

» *Conséquences chimiques.* — 1° L'oxygène doit déplacer le brome des deux bromures d'étain : car la formation de l'acide stannique aux dépens du bromure stanneux dégagerait (à froid) $+31,9$, aux dépens du bromure stannique, $+9,9$. C'est ce que l'expérience confirme, avec des phénomènes correspondant à la grandeur relative de ces dégagements de chaleur. En effet, le bromure stanneux, chauffé au rouge sombre, prend feu dans l'oxygène sec, en fournissant du brome et de l'acide stannique. Le bromure stannique donne naissance à du brome libre, mais sans prendre feu.

» 2° L'oxygène doit déplacer l'iode des iodures d'étain. En fait, l'iodure stanneux et l'iodure stannique prennent feu dans l'oxygène, vers le rouge sombre, avec formation de vapeurs d'iode et d'acide stannique.

» 3° Les réactions des chlorures d'étain donnent lieu à des remarques spéciales. On sait avec quelle facilité le chlorure stanneux dissous absorbe l'oxygène ; on sait aussi que ce chlorure anhydre, chauffé dans l'oxygène, fournit du bichlorure et de l'acide stannique :

$2\,Sn\,Cl + O^2 = Sn\,Cl^2 + Sn\,O^2$, dégagerait (à froid) . . . $+50,4$

» J'ai vérifié que cette réaction a lieu vers 500 degrés dans un tube scellé. L'oxyde stanneux et le chlore fournissent les mêmes produits :

$$2\,Sn\,O + Cl^2 = Sn\,Cl^2 + Sn\,O^2 \ldots \quad +62,2.$$

» La formation d'un oxychlorure semble précéder ces métamorphoses.

---

on tire de là : $x = +57,7$. Ce nombre se rapporte au bromure stannique cristallisé. Pour le comparer au chlorure liquide, j'ai mesuré la chaleur de fusion du bromure stannique, composé qui fond à 25°,5. J'ai trouvé directement, à cette température : $+1^C,50$ et $+1,64$; moyenne $+1^C,57$. J'ai vérifié ce chiffre en dissolvant directement dans l'eau le bromure liquide, afin de l'amener à un état final invariable, et en retranchant le nombre obtenu de la chaleur de dissolution du corps solide. Ce procédé a fourni : $+1,45$.

$Sn\,Cl^2$ + eau ($1^p + 50^p$) dégage à 10°,5 . . . . $+14,27$
$Sn\,Br^2$ + eau ($1^p + 40^p$) » . . . . $+8,28$

nombres qui ne s'écartent guère de ceux observés avec les sels potassiques.

» 4° *Sur la réaction entre le chlorure stannique et l'oxygène*, les chiffres du tableau nous laissent dans le doute. En effet, les nombres 67,6 (oxyde) et 63,6 (chlorure) sont très-voisins; et ils le deviendraient davantage, si nous comparions les deux corps sous le même état, c'est-à-dire sous l'état solide : ce qui amènerait la chaleur de formation du chlorure vers 65 à 66. Les deux nombres sont donc presque égaux. Que deviennent-ils au rouge sombre ? C'est ce que les données actuelles ne permettent pas de décider. En fait il n'y a point de réaction, ni dans un sens, ni dans l'autre, vers le rouge sombre : le chlorure stannique et l'oxygène notamment, dirigés à travers un tube de porcelaine faiblement rougi, ne fournissent pas trace de chlore. Au rouge vif, M. R. Weber a observé que le chlore formait du chlorure stannique avec l'acide stannique : ce qui s'explique, soit parce que la chaleur de formation du chlorure l'emporte sur celle de l'oxyde, à cette température; soit plutôt parce que l'acide stannique, composé fixe, éprouve quelque dissociation, laquelle met en opposition la chaleur de formation de l'oxyde stanneux avec celle du chlorure stannique, composé volatil et éliminable, conformément à l'une des réactions citées plus haut.

II. — SILICIUM : *Données thermiques*.

$SiCl^4$ ($1^p + 140^p$ eau) à 9° [Kahlbaum] dégage.....	+ 69,7		
» » [Billaudot].............	+ 69,1	moyenne + 69,0 (B.).
» » [*École Normale*].........	+ 68,1		

» La pureté du chlorure de silicium est difficile à réaliser, ce corps renfermant souvent un peu d'oxychlorure, même après qu'il a été privé de chlore libre au moyen du mercure. Sa réaction sur l'eau ne donne guère lieu qu'à de la silice dissoute, si l'on opère de façon à éviter tout échauffement notable au point de contact, en agitant sans cesse.

$SiBr^4$ ($1^p + 110^p$ eau) à 9° dégage [1] + 82,7 et + 83,3; moy. + 83,0 (B.).

» On tire de ces nombres la différence entre la chaleur de formation du chlorure de silicium et de la silice dissoute, soit :

$[Si + O^4 = SiO^4$ dissoute$] - [Si + Cl^4 = SiCl^4$ liq.$]$ vaut....... + 49,8

et la différence analogue entre les chlorure et bromure :

$[Si + Cl^4 = SiCl^4$ liquide$] - [Si + Br^4 = SiBr^4$ liq.$]$ vaut...... + 37,2

soit + 9,3 pour Cl substitué à Br gazeux, et = 12,4 pour O à Cl.

(1) 100 parties ont fourni à l'analyse : Br = 92,1; théorie 92,0.

» Ce sont à peu près les mêmes valeurs que pour l'aluminium : Cl substitué à Br dégageant + 9,3; et O à Cl + 12,0 : rapprochement conforme aux grandes analogies chimiques de la silice et de l'alumine.

» Si l'on admet, avec MM. Troost et Hautefeuille, que

$$\mathrm{Si} + \mathrm{Cl}^4 = \mathrm{Si\,Cl}^4 \text{ liq. dégage} \ldots + 157,6,$$

on aura

$$\mathrm{Si} + \mathrm{O}^4 = \mathrm{Si\,O}^4 \text{ dissoute} \ldots + 207,4\,(^1)\ (\mathrm{B.})$$
$$\mathrm{Si} + \mathrm{Br}^4 \text{gaz} = \mathrm{Si\,Br}^4 \text{ liquide} \ldots + 120,4\ (\mathrm{B.})$$

» D'après les analogies tirées de l'aluminium, $\mathrm{Si} + \mathrm{I}^4 \text{gaz} = \mathrm{Si\,I}^4$ doit dégager une quantité voisine de : + 58.

» *Conséquences chimiques.* — 1° L'oxygène doit déplacer l'iode. En fait, d'après M. Friedel, l'iodure de silicium prend feu à l'air.

» 2° L'oxygène doit déplacer le brome. C'est, en effet, ce que j'ai observé, en faisant tomber quelques gouttes de bromure de silicium dans un matras de verre rempli d'oxygène et chauffé au rouge sombre.

» 3° L'oxygène doit déplacer le chlore. MM. Troost et Hautefeuille ont, en effet, reconnu que le chlorure de silicium et l'oxygène, dirigés à travers un tube rouge, forment divers oxychlorures plus ou moins condensés (2). En répétant cette expérience, il est facile de constater aussi une formation notable de silice, en partie entraînée dans le courant gazeux sous l'aspect d'une fumée blanche très-atténuée, en partie rassemblée vers l'orifice du tube de porcelaine, dans lequel elle forme une sorte d'enduit moulé, d'apparence amorphe.

III. — Bore : *Données thermiques.*

» 1° BCl^3 liquide ($1^p + 100^p$ eau) à 10 degrés, dégage ... + 65,8 (B.)

» Cette expérience est fort difficile, à cause de la grande volatilité du chlorure de bore et de la violence de sa réaction sur l'eau, laquelle donne souvent lieu à des explosions. J'ai opéré dans un flacon fermé, et avec une ampoule renfermant un poids connu de chlorure de bore.

» 2° En évaporant ce liquide dans un courant d'air sec :

$$\mathrm{BCl}^3 : \text{chaleur de vaporisation à 10 degrés} \ldots + 4,5$$

» En réunissant ces deux données :

$$\mathrm{BCl}^3 \text{ gaz} + \text{eau, dégage} \ldots + 70,3$$

(1) Les savants auteurs donnent, pour la formation de la silice anhydre : + 219,2, qui ne s'écarte pas beaucoup, eu égard à la différence des états et à la difficulté des expériences.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 563.

» En admettant la réaction

$$BCl^3 + 3HO + eau = BO^3 \text{ dissous} + 3HCl \text{ dissous},$$

on trouve que la différence entre les chaleurs de formation du chlorure de bore liquide et de l'acide borique dissous est égale à $+ 51^c,4$.

» 3° D'autre part, BO^3 anhydre, récemment fondu, dissous dans une solution étendue renfermant NaO ($1^{éq} = 4^{lit}$) à 13°,5, a dégagé + 13,73.

» La réaction de l'acide borique dissous sur la soude dans les mêmes proportions équivalentes, et avec la même quantité d'eau, dégageant + 10,1 d'après une expérience simultanée, j'en conclus que la transformation

$$BO^3 + eau = BO^3 \text{ dissous, dégage} \ldots \quad + 3,6$$ (1)

» Par suite, la différence entre les chaleurs de formation de l'acide borique solide et du chlorure liquide devient + 47,8, soit + 15,9 pour chaque O substitué : un quart de plus qu'avec le silicium.

» 4° J'ai trouvé BBr^3 liq. ($1^p + 150^p$ eau) à 11 degrés, dégage : + 83,76 et + 83,81 ; moy. + 83,8 ; d'où résulte pour la différence entre la formation de l'acide borique dissous et du bromure liquide (Br gazeux) : 86,8 ; acide anhydre : + 83,2. Entre le chlorure liquide et le bromure liquide (Br gazeux) : + 35,4, soit + 11,8 par équivalent de Br, un quart de plus que pour le silicium (2).

» En admettant, avec MM. Troost et Hautefeuille, que : $B + Cl^3 = BCl^3$ gaz dégage + 104,0 ; je trouve pour le chlorure liquide + 108,5 ;

$$B + Br^3 \text{ gaz} = BBr^3 \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots \quad + 73,1 \text{ (B.)}$$
$$B + O^3 = BO^3 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots \quad + 156,3 \text{ (B.)}$$

---

(1) On pourrait craindre que l'acide borique pris sous cette forme ne constituât pas tout d'abord avec la soude le borate de soude ordinaire, mais donnât lieu à quelque phénomène comparable à la formation des métaphosphates au moyen de l'acide phosphorique anhydre. C'est pourquoi j'ai ajouté aussitôt à la liqueur alcaline son équivalent d'acide chlorhydrique étendu ; j'ai trouvé ainsi par différence que l'acide borique était déplacé de son union avec la soude avec une absorption de — 10,1 ; exactement le même chiffre que dégage la formation du borate par la dissolution faite avec l'acide cristallisé, dans les mêmes conditions. Le borate dissous offre donc tout d'abord sa constitution définitive.

(2) Voici quelques rapprochements numériques entre les chaleurs de formation des chlorures, bromures, iodures. A l'état dissous, les différences entre ces quantités sont *nécessairement* les mêmes que pour les hydracides, attendu que ceux-ci dégagent tous trois la même quantité de chaleur en s'unissant avec une même base, toutes les fois que le sel résultant de-

» *Conséquences chimiques.* — 1° Le bromure de silicium doit échanger et échange en effet, au rouge sombre, son brome contre l'oxygène.

» 2° L'oxygène doit déplacer le chlore. MM. Troost et Hautefeuille ont en effet signalé la formation d'oxychlorures dans cette réaction. En la répétant, j'ai constaté qu'on obtient aussi de l'acide borique, plus facilement même que de la silice avec le chlorure de silicium.

» Il résulte de cet ensemble d'observations et de mesures que les prévisions de la théorie thermochimique sont confirmées par une étude détaillée des déplacements réciproques entre l'oxygène, le chlore, le brome et l'iode, dans l'ensemble de leurs combinaisons, soit avec les métaux, soit avec les métalloïdes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé du palladium.* Note de MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **H. Debray**.

« Lorsqu'on fait chauffer une solution de chlorure de palladium PdCl avec de l'acide azotique concentré, en présence de sel ammoniac, le palladium se transforme en chlorure double $PdCl^2 + AzH^4Cl$, qui se précipite en petits octaèdres réguliers d'une belle couleur rouge, peu solubles dans l'eau et presque insolubles, comme les composés correspondants du platine et de l'iridium, dans une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque.

---

meure dissous. Il convient, en outre, d'envisager les trois éléments *sous un même état*, tel que l'état gazeux ; car il serait évidemment illusoire de comparer, comme on l'a fait quelquefois, le chlore gazeux au brome liquide, et celui-ci à l'iode solide. On obtient ainsi pour les substitutions de Cl à Br et de Br à I, d'après les nombres les plus exacts :

hydracides gazeux : 8,5 et 14,3 ; hydracides dissous : 4,8 et 15,3,

valeurs qui s'appliquent aussi aux sels dissous. Pour les *composés anhydres* :

K : 6,6, et 13,8 ; Na : 7,1 et 16,5 ; Ca : 9,2 et 16,5 ; Zn : 5,0 et 14,0 ; Cd : 4,9 et 14,2.
Pb : 5,2 et 1,10 ; Cu : 3,4 ; Cu^2 : 3,9 et 7,3 ; Hg : 2,3 et 7,3 ; Hg^2 : 4,2 ; Ag : 2,7 et 7,5.
Pt : 1,5 ; $\frac{1}{2}$ Pt : 2,5 ; Sn : 4,7 ; $\frac{1}{2}$ Sn : 3,7 ; $\frac{1}{3}$ As : 3,4 et 10,1 ; $\frac{1}{3}$ P : 7,1 et 9,3.
$\frac{2}{3}$ Al : 9,4 et 15,4 ; $\frac{1}{4}$ Si : 9,3 ; $\frac{1}{3}$ B : 11,8.

Ainsi la substitution thermique du chlore au brome gazeux varie de 11,8 à 2,3 ; celle du brome gazeux à l'iode gazeux varie de 16,5 à 7,3, sans changer de signe ; celle de l'oxygène au chlore varie de + 23,5 (P) à — 26,4 (Ag). Ces nombres n'offrent aucune trace, soit d'une constante numérique commune, soit d'un rapport numérique général et simple entre la substitution du chlore au brome et celle du brome à l'iode ; mais les nombres relatifs aux groupes de métaux analogues ont des valeurs voisines.

» Nous avions pensé qu'en traitant par l'eau régale certaines eaux mères contenant du chlorure de palladium ammoniacal (chlorure de dipalladamine $PdCl, 2AzH^3$) avec excès de chlorhydrate d'ammoniaque, nous en précipiterions tout le métal à l'état de chlorure double, puisque nous opérions dans un milieu chlorurant, et en présence d'un excès de sel ammoniac, du moins au commencement de l'opération où l'eau régale n'avait encore détruit que peu de ce sel. Cette prévision ne s'est pas réalisée : au lieu du précipité rouge attendu, il s'est formé un précipité noir rougeâtre se rapprochant, par sa couleur et sa faible solubilité, du chlorure double d'iridium et d'ammoniaque ($Ir^2Cl^2 + AzH^4Cl$).

» Ce précipité ne contenait cependant que du palladium, et il est facile de le reproduire en traitant par l'eau régale le chlorure ammoniacal jaune peu soluble dans l'eau ($PdCl, AzH^3$) (chlorure de palladamine) ; on lave ensuite le précipité avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, puis avec de l'alcool froid qui dissout le sel ammoniac.

» L'analyse du produit ainsi obtenu conduit à la formule $Pd^2Cl^3, 2AzH^3$; on peut donc l'envisager comme résultant de la combinaison de l'ammoniaque avec un sesquichlorure de palladium encore inconnu, résultant par conséquent de la chloruration du chlorure de palladamine, $PdCl, AzH^3$, par l'eau régale. Il faut remarquer d'ailleurs que, si l'on partait du chlorure de dipalladamine ($PdCl, 2AzH^3$), le premier effet de l'eau régale serait de le transformer en chlorure jaune de palladamine.

» La solution de chlore, agissant à froid sur ce chlorure jaune, le transforme peu à peu, sans en dissoudre beaucoup, en ce sesquichlorure ammoniacal qui fait l'objet de cette Note, d'après la formule

$$2(PdCl, AzH^3) + Cl = Pd^2Cl^3, 2AzH^3).$$

» Cette réaction a lieu sans dégagement notable d'azote, cependant il y a toujours un peu d'ammoniaque détruit par l'action du chlore.

» La chaleur détruit facilement le sesquichlorure ammoniacal de palladium ; il fond d'abord et se décompose vivement en acide chlorhydrique, en sel ammoniac et azote qui se dégagent en même temps qu'un peu de chlore ; le palladium reste à l'état de mousse brillante. Il se décompose également dans l'eau bouillante avec un vif dégagement d'azote ; le palladium est ramené alors à l'état de protochlorure, dont une partie reste combinée à de l'ammoniaque. La solution d'ammoniaque, même à froid, donne avec cette substance un dégagement d'azote.

» Voici le résultat de l'analyse de ce sesquichlorure ammoniacal :

	I.	II.	Calculé.
Palladium	42,6	42,5	43,1
Chlore	43,5	»	43,2
Ammoniaque	12,9	12,7	31,7
	99,0		100,0

» La différence existant entre les nombres théoriques et les nombres trouvés tient à ce qu'il est difficile de dessécher absolument le corps et ensuite à ce que le chlore détruit un peu de chlorure de palladamine et donne une quantité correspondante de chlorure double ($PdCl^2 + AzH^4Cl$) qui se mélange, à raison de sa faible solubilité, avec le sesquichlorure ammoniacal.

» Ce chlorure double contenant 60 pour 100 de chlore et moins de 10 pour 100 d'ammoniaque, on s'explique l'excès de chlore trouvé et la perte en métal et ammoniaque.

» Il n'est pas sans intérêt de signaler la production d'un corps correspondant à un sesquichlorure encore inconnu de palladium, dans des circonstances où se produisent d'ordinaire des chlorures doubles insolubles de platine, d'iridium et de ruthénium avec lesquels il pourrait se mélanger en masquant les réactions caractéristiques. On voit aussi que, à l'exception du platine, tous les métaux de cette famille peuvent, dans des conditions convenables, fournir un sesquichlorure. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences tendant à imiter des formes diverses de ploiements, contournements et ruptures que présente l'écorce terrestre* (¹) (suite). Note de M. **Daubrée**.

« *Expériences sur l'action et la réaction exercée sur un sphéroïde qui se contracte par une enveloppe adhérente et non contractile.* — D'après le relevé de très-nombreuses dislocations observées dans les pays les plus divers, les rides de l'écorce terrestre paraissent avoir été produites sous l'influence d'énergiques pressions horizontales, comme l'avait déjà très-judicieusement remarqué James Hall.

(¹) Voir les *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 733 et 864.

» Suivant la conception d'Élie de Beaumont [1], cette tendance qu'a manifestée, pendant de longues périodes géologiques, l'écorce terrestre à s'écraser sur elle-même ou à former des replis, peut être rattachée au refroidissement séculaire. Dans l'état très-avancé du refroidissement de notre globe et des corps planétaires en général, la température de l'intérieur s'abaisserait d'une quantité beaucoup plus grande que celle de la surface, dont le refroidissement est aujourd'hui presque insensible. Pour compenser la différence des retraits entre la masse interne et la croûte extérieure, il a pu naître des systèmes de forces tendant à disloquer et à rider l'enveloppe.

» Les expériences dont il va être question n'ont pas la prétention de représenter ces phénomènes. Cependant leurs résultats présentent, dans les apparences extérieures, assez d'analogie avec les rides de l'écorce terrestre pour qu'il ne soit peut-être pas inutile de les signaler.

» Chacun connaît les petites sphères ou ballons de caoutchouc vulcanisé, qui sont si répandus depuis que les procédés ingénieux de fabrication les ont mis à la portée de tous. Si une pareille sphère, non recouverte d'un enduit, se contracte par suite du dégagement de l'air qui y est contenu, il se produit à la surface des inégalités, sans régularité apparente, dont la configuration est fortement influencée par le mode même de préparation du ballon, notamment par la manière variable, d'un point à l'autre, dont le sulfure de carbone s'est déposé lors de la vulcanisation.

» Mais il n'en est plus de même dès qu'on fixe à la surface de cette sphère un enduit mince d'une substance qui ne soit pas contractile, à la manière du caoutchouc, et qui lui soit tout à fait adhérente. La sphère de caoutchouc, dont la paroi a été fortement distendue, se contracte à mesure que le gaz intérieur s'en dégage. Or, l'enduit solide et adhérent appliqué à la surface, ne jouissant pas de la même contractilité, tend à conserver ses dimensions premières, et, si son action est relativement assez énergique pour qu'elle se fasse obéir par la sphère contractile, elle la fronce, tout en y provoquant des proéminences.

» Une couche mince de couleur est appliquée sur un ballon de caoutchouc, par un dissolvant, la benzine, de telle sorte que cette couleur soit parfaitement adhérente. Lorsque la sphère se contracte peu à peu, on

---

(1) *Notice sur le soulèvement des montagnes*, 1852, p. 1227.

Cette idée a été exposée, dès 1833, par M. Élie de Beaumont, dans son cours à l'École des Mines.

observe que toute la partie qui a reçu l'enduit de couleur ne tarde pas à se bomber, de manière à former une protubérance. De plus, sur toute cette protubérance, il se produit des rides nombreuses et très-prononcées, offrant une disposition évidente à la régularité et à un parallélisme, qui est en rapport avec les contours de la surface coloriée. Ces rides tendent à se placer normalement aux courbes limites de l'enduit et, par conséquent, à être parallèles, tant qu'elles sont suffisamment voisines (¹). Ainsi, si l'enduit a la forme d'un fuseau, les rides se dirigent suivant des parallèles, et cela, quelle que soit la largeur du fuseau, lors même qu'il atteint 90 degrés. Lorsque cet enduit affecte la forme d'une zone, les rides sont dirigées suivant des méridiens perpendiculaires aux deux bases, même quand la zone a de 20 à 30 degrés de largeur. Enfin, lorsqu'on applique la couleur sous des formes quelconques, par exemple en bandes étroites, telles que des lettres majuscules, quelque compliqué que soit le dessin, les rides se placent de manière à satisfaire à la loi de normalité double, énoncée plus haut. Elles sont surtout accentuées vers la ligne qui fait limite avec la partie contractée.

» Lorsqu'une bande d'enduit est partiellement superposée à une autre (²), la surface commune aux deux bandes offre une proéminence plus sensible. En outre les deux systèmes de rides peuvent se superposer l'un à l'autre, tout en restant simultanément distincts, comme il arrive à deux mouvements ondulatoires, partis de directions différentes, que l'on voit se croiser à la surface d'un liquide.

» Les faits qui viennent d'être énoncés montrent combien l'épaisseur de l'enveloppe non contractile peut influer sur l'énergie du froncement et sur les proéminences qui l'acompagnent.

» Il y a certaines limites dans les épaisseurs relatives de la couleur et du ballon entre lesquelles il convient de se placer. Si le ballon a trop d'épaisseur, il n'obéit plus à l'action de l'enduit (³).

(¹) Ordinairement on distingue aussi une série de courbes, approximativement parallèles, dont fait partie le contour même de cette portion coloriée, et auxquelles les rides sont perpendiculaires. Ces lignes sont dues à ce que la couche de couleur n'est pas uniforme, par suite de l'action inégale exercée par les diverses parties du pinceau, quelque fin qu'il soit : les moindres différences d'épaisseur dans l'enduit se trahissent donc, lors de la contraction, par des inégalités notables de relief.

(²) Par exemple, une couleur appliquée sur une autre, ou sur une couche de la gélatine.

(³) Tel est le cas pour les ballons qui sont destinés, non à être remplis d'hydrogène, mais à servir au jeu de paume.

» Dans le cas d'une sphère dont la circonférence, d'environ 70 centimètres, s'était à peine réduite de moitié, il s'est montré une série de rides si rapprochées qu'on pouvait en compter au moins vingt sur 50 millimètres de longueur, ce qui fait de $2^{mm},5$ à 3 millimètres de largeur moyenne pour chacune.

» Un enduit de cire vierge mélangé de suif a donné lieu aussi à des froncements, mais qui sont moins réguliers que dans les cas précédents; d'autre part, une couche de plâtre, même très-mince, se sépare du ballon, sans lui obéir.

» Si, après avoir appliqué sur le ballon un enduit de gomme arabique ou de gélatine, on l'enlève partiellement à l'eau bouillante, il se produit des contrastes du même genre que ceux dont il vient d'être question. Parmi les dispositions qui peuvent ainsi se présenter, il en est une qui mérite d'être signalée : c'est celle que provoque un centre de contraction, et il suffit pour cela de l'application du doigt. Il se produit alors, autour de ce centre, des rides divergentes, qui s'étendent suivant de grands cercles, et sur un grand nombre de degrés. Elles rappellent tout à fait l'apparence des rayonnements que l'on voit à la surface de la Lune.

» En résumé, dans les circonstances dont il vient d'être rendu compte, une sorte d'antagonisme se produit entre la sphère qui se contracte et son enveloppe non contractile. Si cette enveloppe est bien adhérente, elle rachète la diminution du rayon de la sphère sur laquelle elle est fixée par un bombement, accompagné de rides régulièrement disposées. C'est l'effet d'une transformation de mouvement qui rentre dans le domaine de la Mécanique moléculaire.

» La tendance qui se manifeste ainsi dans les rides, à prendre la forme d'arcs de cercle, et à se disposer parallèlement entre elles, présente, au moins dans les formes générales, des analogies avec celle que manifestent les grands traits de relief et de structure du sphéroïde terrestre.

» Malgré des différences faciles à constater dans les causes, et quoique la pesanteur n'intervienne pas notablement dans ces expériences, les phénomènes dont il vient d'être question semblent avoir une certaine analogie avec des phénomènes mécaniques qui se sont stéréotypés dans l'écorce terrestre, comme s'il y avait quelque ressemblance dans les causes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température annuelle de l'air, de la terre et de l'eau au Jardin des Plantes de Montpellier, d'après vingt-six années d'observations.* Note de M. **Ch. Martins**.

« Les instruments météorologiques sont situés au nord d'un mur peu élevé, dans la partie basse du Jardin, à $1^m,6$ au-dessus du sol et à 29 mètres au-dessus de la mer. Placés à l'ombre, ils rayonnent librement vers l'espace. Tous les jours, à 9 heures du matin, on lisait sur un thermomètre à mercure ordinaire la température de l'air au moment de l'observation. Un minimum Rutherford indiquait la température la plus basse de la nuit précédente et un maximum Walferdin la plus haute température de la veille. La moyenne annuelle a été déduite de la demi-somme de ces températures. D'après 26 années de lectures faites quotidiennement par le même observateur, la température annuelle moyenne de cette station a été de $13°,42$. La moyenne la plus basse correspond à l'année météorologique de 1854; elle est de $12°,21$; la plus haute, $14°,46$, est celle de l'année 1873.

» On sait que l'observation de 9 heures du matin donne une moyenne approchée de celle de l'année : elle a été de $13°,84$ au Jardin, mais, en lui appliquant la correction indiquée par M. E. Plantamour pour Genève [1], elle se réduit à $13°,62$, nombre qui ne diffère que de $0°,20$ de la moyenne obtenue par la demi-somme des maxima et des minima.

» Cette moyenne n'est pas la même dans les autres stations météorologiques de Montpellier; ainsi à la Faculté des Sciences, située au sommet de la colline sur laquelle la ville est bâtie, à une distance horizontale de 450 mètres et à 30 mètres plus haut que la station du Jardin, onze années correspondantes (1857 à 1867) analysées par M. Roche donnent pour la Faculté des Sciences une moyenne de $14°,7$; celle du Jardin pour les mêmes années est de $13°,7$, différence $1°,0$. Cela confirme le résultat déduit de l'année 1859, que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie [2]. Non-seulement la moyenne n'est pas la même dans les deux stations, mais le caractère des deux climats est différent. Le climat du Jardin est plus extrême, car la moyenne de ses maxima est *supérieure* d'un degré à celle des maxima correspondants de la Faculté, tandis que la moyenne de ses minima est au contraire *inférieure* de $3°,1$ à la moyenne des minima de la Fa-

(1) *Le climat de Genève*, p. 25.

(2) *De l'accroissement nocturne de la température avec la hauteur dans la couche inférieure de l'atmosphère* (*Comptes rendus*, t. LI, p. 1083-1860).

culté : d'où un écart total de 4°,1 entre les températures extrêmes de deux stations voisines d'une même ville.

» Une troisième station, établie par M. Crova sur un bastion de la citadelle de Montpellier, dans de très-bonnes conditions, à 8 mètres au-dessus de celle du Jardin des Plantes, présente pour les années 1875 et 1876 un écart dans les moyennes de 1°,4 au bénéfice de la citadelle. Je ne crois donc pas que, dans l'état actuel de la Météorologie, on soit en droit de donner avec des décimales, ni même en nombre rond, la température annuelle moyenne d'une ville quelconque, puisque des moyennes conclues de diverses stations inégalement élevées au-dessus du sol ou de la mer présentent des différences qui dépassent 1 degré C.

» Pour permettre au lecteur de juger comparativement le climat du Jardin des Plantes de Montpellier, je mets en regard dans le tableau suivant les moyennes mensuelles de l'Observatoire de Paris (1852 à 1872) et de Montsouris (1873 à 1877) empruntées à l'*Annuaire météorologique* de cette station pour 1877 et les moyennes mensuelles du Jardin des Plantes de Montpellier pour les mêmes années.

» La température annuelle moyenne des 26 années est de 10°,67 pour Paris et de 13°,42 pour Montpellier.

Températures mensuelles moyennes à Paris et à Montpellier (1852 à 1877).

Mois.	Paris.	Montpellier.	Saisons.	Paris.	Montpellier.
Décembre......	3°,36	4°,96			
Janvier........	3,19	4,86	Hiver.........	3°,58	5°,25
Février........	4,20	5,92			
Mars..........	6,36	8,84			
Avril..........	10,80	13,12	Printemps......	10,23	12,89
Mai...........	13,54	16,72			
Juin..........	17,07	20,25			
Juillet........	19,26	22,98	Été...........	18,29	21,74
Août..........	18,53	21,97			
Septembre......	15,73	18,85			
Octobre........	11,22	14,12	Automne.......	10,67	13,83
Novembre......	5,05	8,50			

» La température d'un sol non gazonné à 0m,10 de profondeur, observée à 9 heures *du matin*, a été toujours inférieure à la moyenne de l'air correspondante. Ainsi je trouve par quatre années d'observations (1860 à 1863) que la température moyenne annuelle de l'air a été de

13°,65; celle du sol 11°,86. Mais, si l'on observe le thermomètre le matin et le soir, comme je l'ai fait pendant l'année 1863, on arrive à une moyenne de 14°,65, celle de l'air étant de 14°,11. Cette différence de 0°,54 au bénéfice du sol est due à son échauffement direct par les rayons solaires. A Montpellier les gelées pénètrent à peine à cette profondeur, les minima extrêmes ne s'y font pas sentir et, d'une manière générale, la moyenne des minima *absolus* ou *extrêmes* du sol à cette profondeur est égale à la moyenne de *tous* les minima de l'air; en effet, cette dernière moyenne a été de 7°,04 pour les quatre années d'observations et celle des minima *absolus* dans le sol 7°,44, nombres très-concordants entre eux. Ainsi ce sont ces moyennes seulement et non les températures exceptionnelles qui pénètrent dans le sol à cette profondeur, et l'on comprend que la température annuelle moyenne soit toujours inférieure à celle de l'air quand on observe le matin seulement, mais se rapproche beaucoup de celle de l'air (14°,65 et 14°,11) quand on observe le matin et le soir.

» Les moyennes des lectures faites à 9 heures du matin d'un autre thermomètre, dont la boule était à 0m,30 au-dessous de la surface du sol, ont toujours été supérieures à celles de l'air. Les gelées ne pénètrent jamais à cette profondeur; la colonne se maintient toujours au-dessus de zéro, même quand la température de l'air s'abaisse au-dessous pendant une série de nuits consécutives. Dans les années 1860 à 1863, la moyenne annuelle du sol à 0m,30 a été de 14°,88, celle de l'air de 13°,57. En janvier les deux moyennes ne différaient que de 0m,33; mais en août l'écart a été de 2°,93.

» Le sol du jardin est formé par des sables et des grès calcaires reposant sur une couche d'argile qui retient les eaux d'infiltration provenant des hauteurs voisines. Une nappe d'eau souterraine s'étend au-dessous de la partie basse du jardin et des terrains environnants. Plusieurs puits aboutissent à cette nappe; l'un d'eux a une ouverture de 4 mètres de long sur une largeur de 1m,25 : la profondeur est de 11m,70. La nappe d'eau a une puissance moyenne de 7m,25. Pendant sept ans (1870 à 1876), on a pris le 1er de chaque mois la température de cette eau au moyen d'un seau qu'on laissait séjourner quelque temps au milieu de la nappe et qu'on retirait brusquement pour y plonger immédiatement un thermomètre. La température moyenne de ce puits pendant les sept années a été de 12°,77, inférieure de 0°,85 à celle de l'air, qui a été de 13°,62. Pendant ces sept années, ce sont les pluies d'hiver et d'automne qui ont été prédominantes. Ces dernières ont peu d'influence sur la température de l'eau, car dans cette

saison la température de l'air et celle de la nappe souterraine sont les mêmes; mais les pluies de l'hiver ont évidemment abaissé la température de l'eau; elles expliquent cette faible différence de 0°,85. La température de la nappe d'eau souterraine a peu varié; les extrêmes sont 11°,5 le 1er janvier et 14°,0 le 1er août. La moyenne 12°,77 confirme l'exactitude du chiffre 13°,42 que nous avons donné comme exprimant la moyenne annuelle de la température de l'air au Jardin des Plantes de Montpellier, déduite de vingt-six années d'observations non interrompues. »

RAPPORTS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Jobert, *relatif à la respiration aérienne de quelques Poissons du Brésil.*

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, Milne-Edwards rapporteur).

« M. Jobert, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, et actuellement en mission au Brésil, a été chargé par S. M. Don Pedro de faire diverses recherches zoologiques dans la vallée de la Haute-Amazone, région dont l'étude avait été commencée d'une manière brillante par Agassiz, il y a quelques années. Nous n'avons jusqu'ici aucun renseignement relatif aux résultats généraux obtenus par M. Jobert, qui, au mois de septembre dernier, était à Tubatinga, près de la frontière du Pérou ; mais, récemment, l'empereur du Brésil a bien voulu adresser à l'Académie, par l'intermédiaire de M. le général Morin, un Mémoire de ce voyageur sur un sujet spécial dont l'intérêt est considérable, savoir le mode particulier de respiration de plusieurs poissons d'eau douce qui habitent cette partie de l'Amérique méridionale.

» Dans un Mémoire précédent, M. Jobert avait fait connaître l'existence d'une respiration aérienne chez le *Callichthys asper*, poisson siluroïde qui habite les environs de Rio-de-Janeiro et qui a la faculté de vivre fort longtemps hors de l'eau. De même que le *Cobitis fossilis* ou Loche commune d'Europe, ce Callichthys avale fréquemment des bulles d'air, en absorbe partiellement l'oxygène par les parois de son tube digestif et excrète par la même voie du gaz acide carbonique qui est ensuite évacué par l'anus mêlé à l'azote non absorbé. Il y a donc, chez ces animaux qui respirent aussi au moyen de branchies, comme les poissons ordinaires, une respiration complémentaire, analogue à la respiration pulmonaire des Vertébrés

terrestres, mais ayant son siége dans le canal intestinal, et M. Jobert a constaté que chez le Callichthys ce tube présente dans sa structure anatomique des particularités en rapport avec ce mode exceptionnel de fonctionnement.

» En effet, M. Jobert a trouvé, dans la portion sublaminale de l'intestin de ce poisson, une multitude d'appendices filiformes, disposés en bouquets à la surface libre de la tunique muqueuse et composés essentiellement de vaisseaux sanguins. Ces houppes sont jusqu'à un certain point comparables aux organes respiratoires découverts par Réaumur, dans le rectum de certaines larves d'insectes, et constitués par des prolongements du système trachéen. De même que ces branchies internes servent aux Libellules pour vivre dans l'eau pendant la première période de leur existence, les appendices sanguifères de la tunique intestinale des Callichthys servent à l'entretien d'une respiration aérienne accessoire chez ces animaux aquatiques.

» Dans le Mémoire dont l'Académie nous a chargé de lui rendre compte, M. Jobert fait connaître l'existence d'une respiration aérienne plus ou moins analogue chez plusieurs autres poissons dont il a eu l'occasion d'étudier les mœurs dans la vallée de la Haute-Amazone. Ces animaux y vivent dans une eau croupie dont la température dépasse souvent 40 degrés; mais ce milieu ne suffit pas à l'entretien de leur respiration, et ils sont obligés de venir souvent à la surface puiser dans l'atmosphère de l'air en nature. Parfois même la sécheresse les chasse de leur demeure habituelle, et on les voit accomplir à terre des voyages plus ou moins longs à la recherche de lieux plus propices, voyages qu'ils exécutent en rampant sur le sol au moyen de leurs nageoires pectorales. Quelques-uns de ces poissons sont des Callichthys d'espèces particulières et, de même que le *Callichthys aster* de Rio-de-Janeiro, ils ont la faculté de respirer de deux manières : de respirer l'air qui est en dissolution dans l'eau ambiante et qui arrive en contact avec leurs branchies et de respirer l'air atmosphérique qui est introduit par déglutition dans leur tube digestif, qui traverse ce canal dans toute sa longueur et qui, en s'échappant ensuite par l'anus, produit dans l'eau une sorte de bouillonnement continuel. M. Jobert n'avait pas à sa disposition les moyens nécessaires pour déterminer avec précision la composition chimique du gaz qui est évacué de la sorte, mais il a pu constater que ce fluide contient une forte proportion d'acide carbonique et qu'il est moins riche en oxygène que ne l'est l'air atmosphérique. Enfin, étudiant anatomiquement les houppes vasculaires qui garnissent les parois de l'intestin où l'air en passant perd de l'oxygène et se charge d'acide carbonique,

M. Jobert a constaté que beaucoup de ces appendices sanguifères naissent des veines adjacentes comme naissent les vaisseaux afférents d'un poumon quelconque.

» D'autres poissons de la Haute-Amazone qui appartiennent à un genre différent, le genre *Doras*, et qui vivent dans les mêmes eaux, ressemblent aux Callichthys par leur mode de respiration aérienne, ainsi que par la structure de la tunique muqueuse de leur intestin où cette fonction s'accomplit, et M. Jobert a constaté qu'il en est à peu près de même pour les poissons désignés sous le nom d'Hypostomes. Ces animaux avalent aussi sans cesse de l'air en nature, et leur intestin, où ce fluide est introduit de la sorte, est presque aussi riche en vaisseaux sanguins; mais l'air qui a servi à la respiration intestinale des Hypostomes n'est pas évacué par l'anus, et retourne vers la bouche pour être expulsé au dehors, soit par cet orifice, soit par les ouïes. L'appareil respiratoire complémentaire constitué de la sorte paraît être moins parfait que chez les Callichthys et, d'autre part, M. Jobert s'est assuré que les Hypostomes ne sont pas capables de vivre hors de l'eau aussi longtemps que le font ces derniers poissons; ils périssent au bout de cinq, de six ou de sept heures.

» M. Jobert a constaté aussi l'existence d'une respiration aérienne complémentaire chez le *Sudis gigas* et chez certains Érythrins de la Haute-Amazone; mais chez ces poissons ce n'est plus l'intestin qui tient lieu de poumons, c'est la vessie dite natatoire qui est le siége de cette fonction. Les ichthyologistes savaient que chez les Érythrins cette poche pneumatique, qui communique au dehors par l'intermédiaire de l'œsophage, est garnie intérieurement de petites loges alvéolaires, mais les parois de ces cellules, que l'on n'avait étudiées que sur des animaux conservés dans de l'alcool, étaient considérées comme de simples replis membraneux, et par conséquent la plupart des physiologistes leur refusaient la structure caractéristique d'un poumon. M. Jobert a levé toute incertitude à cet égard : il a constaté que, chez ces Érythrins, il y a en réalité une respiration aérienne qui donne à ces poissons la faculté de vivre pendant longtemps hors de l'eau; que ces animaux renouvellent régulièrement l'air contenu dans leur vessie pneumatique et que les parois de cet organe sont richement pourvues de vaisseaux sanguins dont la plupart naissent du système veineux. Enfin M. Jobert a constaté expérimentalement qu'en obstruant le canal qui fait communiquer ce même organe avec l'atmosphère, on détermine l'asphyxie et la mort des poissons dont nous venons de parler.

» Mais tous les poissons désignés par les naturalistes sous le nom géné-

rique d'*Érythriens* ne jouissent pas de la faculté de vivre ainsi hors de l'eau. M. Jobert a trouvé que l'*Erythrin Trachina* de l'Amazone est dans ce cas, et cette exception vient corroborer les conclusions de l'auteur relativement aux fonctions de la vessie dite natatoire des autres Érythriens, car, chez les poissons dont nous venons de parler, M. Jobert a constaté que les cellules et le réseau veineux, qui sont si développés chez l'*Erythrinus tæniatus* et chez l'*Erythrinus Brasiliensis*, font défaut; les parois de la poche pneumatique sont lisses.

» Nous voyons donc que le voyage de M. Jobert dans la vallée de la Haute-Amazone a déjà fourni à la zoologie physiologique des faits très-intéressants qui établissent de nouveaux liens entre les poissons ordinaires, les Lépidosiriens et les Batraciens, pérennibranches, qui possèdent à la fois des branchies et des poumons ordinaires. Les observations de M. Jobert sur la respiration intestinale des Callichthys ont non moins d'importance, et, en conséquence, nous croyons devoir proposer à l'Académie d'engager ce jeune naturaliste à continuer dans la même direction ses études sur les poissons du Brésil. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

HYGIÈNE. — *Rapport sur une « Note sur la ventilation du transport* l'Annamite », *par* M. Bertin, *ingénieur des constructions navales*.

(Commissaires : MM. l'amiral Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, général Morin rapporteur.)

« L'Académie n'a pas oublié que, sur un Rapport de M. Dupuy de Lôme, elle a décerné à M. Bertin, ingénieur de la marine, le prix des Arts insalubres, pour son étude sur la ventilation du bâtiment transport-écurie *le Calvados*.

» L'examen de ce Mémoire avait antérieurement fait l'objet d'un Rapport présenté, par l'un de nous, à l'Académie, dans sa séance du 2 février 1873, et concluant à son insertion dans le Recueil des *Savants étrangers*.

» Les résultats obtenus par des dispositions simples pour le renouvellement de l'air dans ce bâtiment, destiné primitivement aux chevaux de la cavalerie, ont été assez remarquables pour décider le Ministre de la Marine à faire appliquer le même système à quatre grands bâtiments à vapeur, affectés aux transports qui, tous les deux mois, conduisent de Toulon à Saïgon, et *vice versa*, un personnel d'environ 600 passagers, dont une

centaine, *officiers*, *sous-officiers* ou assimilés par grade, sont logés dans des chambres comme sur les paquebots, tandis que les simples rationnaires ont des hamacs comme les matelots et sont placés dans l'entrepont, appelé *batterie basse*, où il ne leur est alloué que $2^{mc},00$ environ d'espace par individu.

» Mais, outre les passagers valides et déjà bien nombreux, ces transports sont destinés à recevoir, dans un emplacement spécial, jusqu'à cent et quelques malades, souvent déjà gravement atteints de la dyssenterie endémique de la Cochinchine et pour la conservation desquels on doit prendre toutes les précautions que conseille la science.

» La première de toutes, pour des voyages de long cours dans des régions tropicales, est d'assurer la salubrité du navire par une abondante ventilation.

» Nous ne rappellerons pas les tristes accidents qui ont été signalés déjà dans les traversées de l'Inde, dans lesquelles des passagers valides ont été complétement asphyxiés, et nous ne reviendrons pas davantage sur la description, qui a été antérieurement donnée, des dispositions adoptées pour le bâtiment *le Calvados*.

» Nous nous bornerons à dire que l'emplacement choisi pour servir d'hôpital occupe la batterie haute, vers le milieu du navire, pour éviter aux malades la fatigue produite par le mouvement du tangage et par les trépidations de l'hélice.

» L'air nouveau y est introduit près du plafond, aux extrémités d'amont et d'aval, par un grand nombre d'orifices disposés transversalement, et l'air vicié est aspiré vers le centre de la salle par des conduits placés de même, qui le déversent immédiatement dans l'enveloppe de la cheminée.

» Les proportions adoptées ont été calculées dans l'hypothèse où il y aurait 112 malades, à chacun desquels on assurerait un renouvellement d'air de 46 mètres cubes par heure, ce qui correspondrait à en évacuer par heure, en totalité, un volume de 5152 mètres cubes.

» Ce chiffre a été dépassé dans les épreuves. On a, en effet, obtenu, pour l'hôpital, ceux qui sont inscrits dans le tableau suivant :

Résultat des expériences faites sur la ventilation du transport l'Annamite.

Foyers allumés.	Volumes d'air évacué par heure de l'hôpital.	Observations.
Deux foyers auxiliaires seuls	8210^{mc}	Le 8 août 1877.
Quatre chaudières seulement sur huit	8943	Le 11 août 1877, après trois heures de marche.
Moyenne pour 112 lits	8576	

soit 75 à 80 mètres cubes d'air évacué par heure, volume largement suffisant pour assurer la salubrité d'un hôpital quelconque.

» Pour les passagers valides, qui devaient être logés dans la batterie basse, les proportions adoptées avaient été calculées pour assurer à chacun d'eux un renouvellement d'air de 30 mètres environ, ce qui, pour 550 lits, correspondrait à 16500 mètres cubes par heure ou à un renouvellement complet en $8^m 5^s$, soit plus de sept fois par heure.

» Ici encore les résultats ont dépassé les prévisions et l'on a obtenu les effets suivants :

Résultat des expériences faites sur la ventilation du transport l'Annamite, *le* 8 *août* 1877.

Foyers allumés.	Volumes d'air évacués par heure de la batterie basse.	Observations.
Les deux foyers auxiliaires seuls...........	18195^{mc}	
Quatre chaudières seulement sur huit.........	20083	Après trois heures de marche.
Moyenne pour 550 lits........	19139	

soit $34^{mc},6$ par lit.

» Il résulte des deux tableaux précédents que, dans les expériences citées, le volume d'air total évacué a été de 27737 mètres cubes par heure.

» Les dispositions adoptées facilitent tellement la circulation de l'air que, pour peu que l'action de la chaleur solaire ou celle de brises légères se fasse sentir, il se produit, sans le secours d'aucune chaleur auxiliaire autre que celle des cuisines, une ventilation naturelle, qui suffirait seule à la conservation de la charpente des navires en bois, avantage subsidiaire d'une grande importance.

» C'est ainsi que, le 9 août 1877, le bâtiment étant au mouillage à Toulon, par un beau temps, une température extérieure de 20 degrés et une brise d'ouest de $6^m,90$ de vitesse, on a constaté les évacuations suivantes :

	Par heure.	Par heure et par lit.
Hôpital..................	5910^{mc}	53^{mc}
Batterie basse...............	15380	28
	21290	

» Mais il est des circonstances qui ne sont pas à beaucoup près aussi favorables et qu'il ne faut pas perdre de vue : ce sont les temps de calme plat et de températures très-élevées de l'air, sans soleil, où la cheminée n'étant plus échauffée naturellement, il faut recourir à la chaleur artificielle.

» C'est précisément pour des cas pareils que les dispositions adoptées pour les transports sont d'un effet précieux pour la salubrité.

» Aux résultats des expériences directes, que l'on vient de citer, nous nous bornerons à joindre l'extrait suivant du Rapport officiel adressé au Ministre de la Marine sur les effets généraux constatés dans la traversée du bâtiment *l'Annamite* à son retour de la Cochinchine :

« L'aération de l'hôpital a toujours été aussi parfaite qu'on peut le désirer.

» Celle de la batterie basse n'a pas été moins bonne. Par les plus fortes chaleurs cette batterie était non-seulement très-habitable, mais pour ainsi dire fraîche. La nuit, les sabords étant fermés et les hommes couchés, la circulation de l'air était si bien établie que la chaleur y était moindre que dans les logements de l'arrière (réservés aux officiers et aux passagers de 1re classe), et la batterie complétement dégagée des odeurs malsaines qui résultent ordinairement d'une grande agglomération de personnel.

» En un mot, ce système d'aération a donné les résultats pratiques les plus satisfaisants. »

» Il n'est pas inutile de faire remarquer en terminant que, si, pour déterminer une ventilation régulière et énergique, il était nécessaire ou même utile de recourir à l'emploi des appareils mécaniques, c'est surtout à bord des bâtiments à vapeur que leur installation pourait être facile et économique et que l'on est au contraire parvenu ici à s'en passer par la simple application des principes élémentaires de la Physique.

» L'Académie, qui a déjà couronné les premiers essais de M. Bertin sur le bâtiment *le Calvados*, destiné au transport des chevaux, jugera sans doute que l'application des mêmes principes aux bâtiments qui transportent nos soldats et nos marins, valides ou malades, dans les régions tropicales est encore plus digne de son intérêt.

» Votre Commission vous propose d'ordonner l'insertion du nouveau travail de l'auteur dans le recueil des *Mémoires des savants étrangers*, et d'adresser une expédition de ce Rapport à M. le Ministre de la Marine. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MEMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur l'équivalent du gallium*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

(Renvoi à la Section de Chimie, à laquelle M. Dumas est prié de s'adjoindre).

« L'existence de plusieurs degrés de chloruration du gallium ne m'a pas permis, pendant mon récent séjour à Cognac, de déterminer l'équivalent

du métal par une pesée de chlorure (ou de bromure) d'argent. J'ai dû préciser d'abord les conditions dans lesquelles on obtient les sels bien définis que je possède aujourd'hui et que j'analyserai au premier jour.

» L'équivalent a été pris : 1° en calcinant de l'alun gallo-ammoniacal; 2° en calcinant le nitrate de gallium provenant d'un poids connu de métal. Les petites pertes de matières subies pendant ces deux opérations modifieraient en sens inverse la valeur de l'équivalent. La moyenne en serait très-peu affectée.

» A. *Calcination de l'alun.* — Je me suis assuré, au moyen d'alun alumino-ammoniacal *très-pur*, que cette méthode donne des résultats suffisamment exacts.

» L'alun gallo-ammoniacal a été préparé avec le gallium isolé par M. Jungfleisch et par moi; des cristallisations répétées ont éliminé de faibles traces de zinc et de cuivre contenues dans le métal.

» La température fut portée au rouge très-vif. Il va sans dire que le creuset de platine avait été taré après avoir déjà subi les mêmes traitements auxquels il allait être soumis.

» $3^{gr},1044$ d'alun ont donné $0^{gr},5885$ d'oxyde ne perdant plus rien par une nouvelle calcination. On en tire, pour l'équivalent, 70,032, $H = 1$, $O = 16$.

» B. *Calcination du nitrate.* — Pour cette expérience, j'ai employé ce qui restait de mon ancien gallium. Ce métal, qui avait été longuement purifié, ne montrait au spectroscope aucune trace de raies étrangères; on l'attaqua par l'acide nitrique additionné d'un peu d'acide chlorhydrique, on évapora, on ajouta de l'acide nitrique pur, on évapora de nouveau; enfin on calcina jusqu'au rouge très-vif.

$0^{gr},4481$ de gallium fournissent.	$0^{gr},60345$
D'où il faut déduire pour matières fixes provenant des acides et des vases (1).	0,00105
Oxyde net.	0,6024

D'où l'on tire, pour l'équivalent, le nombre 69,698.

» La moyenne entre mes deux expériences est 69,865, qu'on doit considérer seulement comme une première approximation, puisque les quantités de matières employées étaient faibles et mes instruments imparfaits.

(1) Cette correction a été trouvée en faisant une opération à blanc avec les mêmes quantités d'acide.

» On remarquera que l'oxyde qui se produit ou se maintient au rouge vif, à l'air, est le même que celui qui existe dans l'alun : c'est donc un sesquioxyde Ga^2O^3. »

« M. **Lecoq de Boisbaudran** signale ensuite la coïncidence qui existe entre l'équivalent expérimentalement trouvé pour le gallium et les nombres qu'il a calculés au moyen de données théoriques pour un corps intermédiaire entre l'aluminium et l'indium. Des considérations, fondées sur une classification des éléments, établie d'après leurs propriétés et d'après les valeurs de leurs poids atomiques, conduisent à un nombre maximum 69,97 et à un nombre minimum 69,66, moyenne 69,82. L'auteur entre dans quelques détails sur la comparaison des spectres des métaux Al, Ga, In d'une part, et K, Rb, Cs d'autre part; il en déduit pour l'équivalent du gallium la valeur 69,86, et fait remarquer que l'équivalent ainsi calculé, ou trouvé par l'expérience, est un peu plus élevé que celui donné par M. Mendeleeff pour le corps qui, dans la classification du savant physicien russe, paraît correspondre au gallium. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le mode de formation de la brèche météoritique de Sainte-Catherine (Brésil).* Note de M. **Stanislas Meunier.** (Extrait par l'auteur.)

« L'étude minéralogique de divers échantillons du fer de Sainte-Catherine déposés dans la Collection du Muséum y fait reconnaître deux types très-différents, dont l'un est caractérisé par la présence d'une quantité notable de millérite (¹), ou sulfure de nickel mélangé à de la pyrrhotine, tandis que l'autre ne contient que de la pyrrhotine. On reconnaît que ces fers constituent de vraies brèches métalliques cimentées *après coup* par les sulfures. Il est même légitime de supposer que ces sulfures ont été produits aux dépens du fer lui-même par un agent convenable. En effet, on est frappé à première vue de l'état corrodé des fragments métalliques, et l'on constate, en outre, que le ciment sulfuré offre par sa composition des liens intimes de parenté avec le fer qu'il empâte. C'est ainsi qu'il est à peine graphiteux dans le fer du premier type, où l'analyse ne décèle que des traces de carbone, tandis qu'il contient beaucoup de matière noire dans le fer du second type, dont la composition se rapproche de celle de nos aciers.

(¹) C'est la première fois que ce minéral est signalé chez les météorites.

» L'agent de corrosion qui paraît le plus propre à produire ces effets est l'hydrogène sulfuré à haute température et c'est pourquoi j'ai pensé, en modifiant la belle expérience de M. Daubrée, à tenter une sorte de reproduction synthétique de la brèche de Sainte-Catherine. Je dois ici tous mes remerciements à M. Albert Levallois, préparateur de Chimie à l'Institut agronomique, qui, sur ma demande, a disposé et conduit l'expérience suivante de la manière la plus intelligente : de petits fragments de fonte ont été placés dans une cornue de terre et soumis pendant huit heures à l'action simultanée de la température rouge et d'un courant d'hydrogène sulfuré. Après refroidissement, les fragments de fonte étaient incrustés de pyrrhotine, et plusieurs d'entre eux étaient même cimentés ensemble par cette substance. La formation du sulfure par corrosion du fer a été naturellement accompagnée de l'élimination du graphite et celui-ci, loin de se mêler irrégulièrement avec la pyrrhotine, s'est constamment placé entre le sulfure et le métal comme dans la météorite, en même temps qu'à la surface du sulfure. Dans l'intervalle de deux fragments complétement cimentés, le graphite n'existe qu'au contact du métal; celui qu'on devrait s'attendre à retrouver dans la région moyenne a été chassé vers la région supérieure. La structure est donc précisément celle des échantillons naturels. On remarque enfin que la cornue contient beaucoup de carbone et de sulfure entraînés par le gaz. Il y a deux autres faits qui appuient le rapprochement de ce produit artificiel avec la brèche de Sainte-Catherine. Le premier est relatif au peu de netteté des figures que la météorite donne sous l'action des acides et qui indique que le fer a été, après sa consolidation, soumis à une haute température. Le second est la présence de l'hydrogène occlus aussi bien dans la fonte provenant de l'expérience que dans le fer météorique.

» D'après cet exemple d'observations, on peut conclure que le fer de Sainte-Catherine a conservé la trace de quatre phénomènes distincts qui ont accompagné sa formation et qui se sont succédé dans l'ordre suivant : 1° le fer métallique a été concassé et ses fragments se sont entassés de façon à laisser entre eux des vides plus ou moins considérables; 2° de l'hydrogène sulfuré, comparable à celui de nos volcans, s'est frayé un passage dans les interstices de la masse métallique sans doute portée à haute température et en a corrodé les éléments, qui ont donné naissance soit à du sulfure à peu près seul (premier type), soit à un mélange de pyrrhotine et de graphite (deuxième type). Une partie de ces substances est restée à la place même où elle se produisait; une autre a dû être entraînée par le courant gazeux, de façon à s'accumuler irrégulièrement dans certains

recoins où des remous du gaz donnaient lieu à un repos relatif. 3° Un phénomène mécanique, analogue à celui qui avait réduit au début le fer en fragments, est venu broyer de nouveau toute la masse. Le sulfure a été, par endroit, réduit à l'état de brèches à petits éléments, et de nouvelles fissures se sont ouvertes dans le fer, se continuant sans déviation dans les substances de remplissage. 4° Enfin, il est arrivé de nouveau de la matière graphiteuse qui a rempli les fissures de seconde formation et est venue cimenter les éléments des brèches sulfureuses. Le mode d'arrivée de cette matière paraît se rattacher aux actions précédentes, mais on peut penser qu'il correspond à la sulfuration des portions métalliques situées originairement à une plus grande profondeur et qu'il est dû au transport des poussières les plus ténues arrachées à ces portions par le courant d'acide sulfhydrique.

« Considérée ainsi, la brèche de Sainte-Catherine vient se ranger dans la nombreuse catégorie des filons météoritiques où elle représente un type tout à fait nouveau; et, chose curieuse, ce type a son correspondant exact parmi les roches terrestres dans certains échantillons de jaspe bréchiforme. Ainsi il existe au Muséum une brèche jaspique provenant de Sicile et dont la structure est telle que, pour l'exprimer, il n'y a pas de changement essentiel à faire à la description du fer météoritique, pourvu qu'on y remplace le mot *fer* par le mot *jaspe*, le mot *sulfure* par le mot *quartz* et le mot *graphite* par le mot *calcite*. Cet échantillon a conservé les traces de quatre phénomènes consécutifs : 1° concassement d'une masse de jaspe d'abord continue, correspondant au concassement primitif du fer nickelé. 2° arrivée d'eaux thermales qui, circulant dans les interstices du jaspe, paraissent avoir attaqué celui-ci, puis avoir déposé sous forme de quartz concrétionné la silice qu'elles avaient dissoute : ce phénomène est l'exact analogue de la corrosion du fer par l'acide sulfhydrique avec dépôt de sulfure et de graphite; 3° écrasement du filon avec production de fines fissures traversant en même temps le jaspe et le quartz et offrant la même disposition que les fines fissures de la météorite; 4° enfin incrustation des fissures par la calcite qui a complété en même temps le remplissage des interstices existant entre les fragments jaspiques exactement comme a fait la matière noire dans le fer de Sainte-Catherine.

» Une conformité si complète paraît indiquer l'analogie la plus intime, dans les conditions de formation de la masse cosmique et des filons terrestres de jaspe fragmentaire. Il en résulte une nouvelle preuve de l'existence d'un milieu météoritique, tout à fait comparable au point de vue géologique,

et abstraction faite de la nature chimique des substances qui le composent, avec l'écorce terrestre elle-même. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'étendue de la surface envahie par le Phylloxera dans le Loiret.* Note de M. J. DUPLESSIS.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Au premier avril 1878, l'étendue de la surface visiblement atteinte, dans le Loiret, par le *Phylloxera vastatrix*, est de 4 hectares environ, alors que l'année dernière, à pareille époque, elle n'avait que $1^{\text{hect}},32$.

» On peut estimer qu'un hectare est entièrement perdu aujourd'hui; aussi les propriétaires ont-ils arraché cette étendue dans le courant de l'hiver dernier.

» L'essaimage n'a pas été rigoureusement observé; mais vraisemblablement il a eu lieu au moins jusqu'au 1er octobre, car j'ai trouvé deux nymphes au 20 septembre.

» Une autre observation intéressante, que je crois devoir rapporter, c'est la présence, au 10 décembre dernier, des Phylloxeras aptères sur le vieux bois des souches.

» Enfin, le 25 février, les Phylloxeras hibernants, observés au microscope, faisaient mouvoir leurs pattes assez lentement. Un mois après, à la fin de mars, on voyait sur les racines des insectes ayant mué. »

M. G. GUÉROULT adresse à l'Académie une règle à calcul acoustique.

Cet appareil sera soumis à l'examen de M. Jamin.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 4e édition de l'ouvrage de M. *de Quatrefages* intitulé : « L'espèce humaine »;

2° Un ouvrage de M. *Wilhelm Heyne* portant pour titre : « Des travaux de terrassement relatifs aux chemins de fer et aux routes »;

3° Un Rapport adressé au Conseil d'administration de la Compagnie générale des voitures à Paris, par M. *Bixio,* intitulé : « De l'alimentation des chevaux dans les grandes écuries industrielles ».

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (186) *et* (187), *faites à l'Observatoire de Marseille,* communiquées par M. E. STEPHAN.

(186) découverte par M. Prosper Henry, à l'Observatoire de Paris, le 6 avril 1878 :

Dates. 1878.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire.	log fact. par. en ascens. droite.	log fact. par. en dist. polaire.	Obs^r	Étoile de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Avril 10	10 11 18	12 40 49,46	94 32 47,8	$-\bar{1},136$	$-0,8180$	Coggia	*a*

(187) découverte par M. Coggia, à l'Observatoire de Marseille, le 11 avril 1878 :

Avril 11	8 46 18	12 35 46,14	90 57 48,1	$-\bar{1},430$	$-0,7917$	Coggia	*b*
11	13 35 52	12 35 33,81	90 58 13,6	$+\bar{1},399$	$-0,7920$	»	»
12	9 42 32	12 34 46,18	91 0 3,8	$-\bar{1},212$	$-0,7930$	»	»
13	10 9 47	12 33 48,83	91 2 21,4	$-\bar{1},022$	$-0,7940$	»	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1878.

Étoile de comp.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorités.
		h m s	° ′ ″	
a	634 Weisse, H. XII (a. c.)	12 38 44 06	94 36 10,0	cat. W.
b	4277 B.A.C.	12 37 21 48	90 54 9,1	B.A.C.

» Grandeur des planètes : (186), 11e,5; (187), 10e. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les conditions pour qu'une surface soit applicable sur une surface de révolution.* Note de M. MAURICE LÉVY.

« Bour a indiqué un moyen de reconnaître si une surface est applicable sur une surface de révolution ; il consiste à vérifier si le problème du mouvement d'un point matériel sur cette surface, la fonction des forces étant nulle, admet une intégrale linéaire.

» Ce moyen est évidemment très-détourné et exige la connaissance et l'emploi des principes de la Mécanique qui sont étrangers à la question de Géométrie qu'il s'agit de résoudre.

» Notre dernière Communication fournit immédiatement une solution

du problème, tirée de son énoncé même. Une surface de révolution est telle qu'on y peut déplacer une figure invariable, dans une certaine direction, à partir de l'une quelconque de ses positions; une surface applicable sur une surface de révolution est, par suite, telle qu'on y peut déplacer de même une figure sans altérer les longueurs des lignes qui y sont tracées, c'est-à-dire de façon que la dilatation λ de tous ces éléments linéaires soit nulle.

» Donc, en vertu des équations (a) de notre précédente Communication, si $ds^2 = a_{11}\,dx_1^2 + 2a_{12}\,dx_1\,dx_2 + a_{22}\,dx_2^2$ est le carré de l'élément linéaire sur la surface donnée, il faut et il suffit, pour qu'elle soit applicable sur une surface de révolution, que les trois équations à dérivées partielles entre les deux fonctions indéterminées δx_1 et δx_2,

$$(\alpha)\quad\begin{cases}\dfrac{\partial a_{11}}{\partial x_1}\delta x_1 + \dfrac{\partial a_{11}}{\partial x_2}\delta x_2 + 2a_{11}\dfrac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_1} + 2a_{12}\dfrac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_1} = 0,\\[2mm] \dfrac{\partial a_{22}}{\partial x_1}\delta x_1 + \dfrac{\partial a_{22}}{\partial x_2}\delta x_2 + 2a_{12}\dfrac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_2} + 2a_{22}\dfrac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_2} = 0,\\[2mm] \dfrac{\partial a_{12}}{\partial x_1}\delta x_1 + \dfrac{\partial a_{12}}{\partial x_2}\delta x_2 + a_{11}\dfrac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_2} + a_{12}\left(\dfrac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_1} + \dfrac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_2}\right) + a_{22}\dfrac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_1} = 0\end{cases}$$

admettent une solution commune, ce qui peut toujours être vérifié.

» Pour appliquer la méthode de Bour, il faudrait écrire l'équation des forces vives du problème des lignes géodésiques

$$A_{11}p_1^2 + 2A_{12}p_1p_2 + A_{22}p_2^2 = H,$$

où

$$A_{11} = \frac{a_{22}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2},\quad A_{12} = \frac{-a_{12}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2},\quad A_{22} = \frac{a_{11}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2},$$

et vérifier si elle peut admettre une intégrale de la forme $P_1p_1 + P_2p_2 = C$, ce qui se fait en écrivant que $(H, C) = 0$ et fournit les trois équations suivantes entre les deux fonctions indéterminées P_1, P_2 :

$$(\beta)\quad\begin{cases}\dfrac{\partial A_{11}}{\partial x_1}P_1 + \dfrac{\partial A_{11}}{\partial x_2}P_2 - 2A_{11}\dfrac{\partial P_1}{\partial x_1} - 2A_{12}\dfrac{\partial P_1}{\partial x_2} = 0,\\[2mm] \dfrac{\partial A_{22}}{\partial x_1}P_1 + \dfrac{\partial A_{22}}{\partial x_2}P_2 - 2A_{12}\dfrac{\partial P_2}{\partial x_1} - 2A_{22}\dfrac{\partial P_2}{\partial x_2} = 0,\\[2mm] \dfrac{\partial A_{12}}{\partial x_1}P_1 + \dfrac{\partial A_{12}}{\partial x_2}P_2 - A_{11}\dfrac{\partial P_2}{\partial x_1} - A_{12}\left(\dfrac{\partial P_1}{\partial x_1} + \dfrac{\partial P_2}{\partial x_2}\right) - A_{22}\dfrac{\partial P_1}{\partial x_2} = 0.\end{cases}$$

» Le *résultat* de l'élimination de δx_1 et δx_2 entre les équations (α) devra nécessairement être identique à celui de l'élimination de P_1 et P_2 entre les équations (β). Cela est nécessaire d'après les théories précédemment exposées; mais il est facile de le vérifier directement et même de ramener les deux systèmes d'équations à être identiques, ce qui conduira à une conséquence intéressante.

» Si l'on ajoute les équations (α) multipliées respectivement par $a_{22}, a_{11}, -2a_{12}$, il vient, en posant, pour abréger, $a_{11}a_{22} - a_{12}^2 = \Delta$,

$$\frac{1}{\Delta}\frac{\partial\Delta}{\partial x_1}\delta x_1 + \frac{1}{\Delta}\frac{\partial\Delta}{\partial x_2}\delta x_2 + 2\left(\frac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_1} + \frac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_2}\right) = 0.$$

» Si l'on tire de là : 1° la valeur de $\frac{\partial\,\delta x_2}{\partial x}$ et qu'on la porte dans la seconde (α); 2° la valeur de $\frac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_1}$ et qu'on la porte dans la première (α); 3° la valeur de $\frac{\partial\,\delta x_1}{\partial x_1} + \frac{\partial\,\delta x_2}{\partial x_2}$ et qu'on la porte dans la dernière (α), on reproduira, après quelques réductions faciles, les trois équations (β) où les lettres P_1 et P_2 seront simplement remplacées par δx_1 et δx_2; d'où résultent deux conclusions : la première, c'est la vérification du fait que les conditions de compatibilité des équations (α) et (β) sont les mêmes; la seconde est celle-ci : quelles que soient les variables x_1, x_2 à l'aide desquelles est exprimé le carré de l'élément linéaire d'une surface applicable sur une surface de révolution, les coefficients P_1 et P_2 qui entrent dans l'intégrale linéaire du problème des lignes géodésiques sur cette surface sont proportionnels aux variations δx_1, δx_2 des coordonnées d'un point d'une figure qu'on déplacerait infiniment peu sur cette surface sans changer les longueurs des lignes qui y sont tracées, ou, si l'on veut, proportionnelles aux dérivées $\frac{\delta x_1}{\delta t}$, $\frac{\delta x_2}{\delta t}$ de ces coordonnées par rapport au temps.

» Si l'on applique ces formules à la recherche de la condition pour qu'une surface rapportée à un système de lignes géodésiques et à ses perpendiculaires, c'est-à-dire pour laquelle on a

$$ds^2 = dy^2 + G\,dx^2,$$

soit applicable sur une surface de révolution, on devra faire : $x_1 = y$; $x_2 = x$; $a_{11} = 1$; $a_{12} = 0$; $a_{22} = G$ et l'on trouvera, en posant $\int \frac{dy}{G} = z$, que la fonction z doit satisfaire à l'équation à dérivées partielles du second ordre

$$s(B - A'z) + At + 2q(A''z + A'p - B') = 0,$$

où A et B sont deux fonctions arbitraires de la seule variable x, dont les dérivées sont dénotées à la manière de Lagrange.

» Si l'on veut trouver, par exemple, la surface réglée la plus générale possible applicable sur une surface de révolution, il suffira de supposer à G l'une des deux formes

$$G = (y - \alpha)^2 + \beta^2, \quad G = y - \alpha,$$

α et β étant des fonctions de x. De là on tire, pour z, l'une des deux expressions

$$z = \frac{1}{\beta} \operatorname{arc\,tang} \frac{y - \alpha}{\beta}, \quad z = \log(y - \alpha),$$

et, en cherchant à quelles conditions ces valeurs de z peuvent satisfaire à l'équation à dérivées partielles ci-dessus, on trouve que l'expression la plus générale de G est

$$G = (y - ax)^2 + b^2 \quad \text{ou} \quad G = y - ax,$$

a et b étant des constantes. La seconde forme répond à des surfaces imaginaires; la première comprend : 1° pour $a \gtrless 0$, les surfaces de révolution du second degré; 2° pour $a = 0$, les surfaces dont la méridienne est une chaînette (alysséide de Bour). Il n'y a pas d'autres surfaces de révolution sur lesquelles on puisse appliquer des surfaces réglées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des fonctions complètes de première espèce.* Note de M. J. TANNERY.

« Dans une précédente Communication à l'Académie (séance du 1er avril 1878), j'ai eu l'honneur d'exposer une marche à suivre pour l'étude des solutions de l'équation différentielle linéaire du second ordre

$$x(x-1)\frac{d^2y}{dx^2} - (1-2x)\frac{dy}{dx} + \frac{1}{4}y = 0.$$

Voici les principaux résultats auxquels on est ainsi conduit.

» En posant

$$a_\mu = \left[\frac{1.3.5\ldots(2\mu-1)}{2.4.6\ldots2\mu}\right]^2, \quad a_0 = 1,$$

$$b_\mu = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \ldots + \frac{1}{2\mu-1} - \frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \ldots - \frac{1}{2\mu},$$

les séries

$$\varphi(x) = \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} a_\mu x^\mu, \quad \psi(x) = \sum_{\mu=1}^{\mu=\infty} a_\mu b_\mu x^\mu$$

sont convergentes dans l'intérieur du cercle C_0 décrit du point o comme centre avec le rayon 1 et sur le cercle lui-même, sauf au point 1 : pour tous les points de cet espace, l'équation différentielle admet les deux solutions

$$P = \varphi(x), \quad Q = 4\psi(x) - \varphi(x)\log x.$$

» Dans l'intérieur du cercle C_1 décrit du point 1 comme centre avec le rayon 1, elle admet les deux solutions

$$P' = \varphi(1-x), \quad Q' = 4\psi(1-x) + \varphi(1-x)\log(1-x),$$

et l'on passe d'un système de solution à l'autre par les formules suivantes, valables dans l'espace commun aux deux cercles :

$$P' = \frac{4\log 2}{\pi} P - \frac{1}{\pi} Q,$$

$$Q' = \frac{16\log^2 2 - \pi^2}{\pi} P - \frac{4\log 2}{\pi} Q;$$

dans ces formules on regardera $\log x$ et $\log(1-x)$ comme remplacés par leurs déterminations principales, les arguments de x et de $1-x$ étant les angles aigus dont un rayon vecteur couché sur la direction qui va du point zéro au point 1, ou du point 1 au point zéro, doit tourner autour du point zéro, ou du point 1, pour rencontrer le point x; si, la première rotation s'effectuant dans le sens direct, le premier angle doit être regardé comme positif, le second devra être regardé comme négatif, et inversement.

» A l'extérieur du cercle C_0, l'équation différentielle admet les solutions

$$P'' = \frac{1}{\sqrt{x}} \varphi\left(\frac{1}{x}\right),$$

$$Q'' = \frac{1}{\sqrt{x}} \left[4\psi\left(\frac{1}{x}\right) + \log\frac{1}{x}\varphi\left(\frac{1}{x}\right)\right];$$

dans la portion du cercle C_1, située à l'extérieur du cercle C_0, on a

$$P'' = \frac{4\log 2 - i\pi}{\pi} P' - \frac{1}{\pi} Q',$$

$$Q'' = \frac{16\log^2 2 - 4\pi i \log 2 - \pi^2}{\pi} P' - \frac{4\log 2}{\pi} Q';$$

on n'aura point de difficulté à fixer le sens des fonctions multiformes qui entrent dans ces formules, en observant la continuité et en partant de ce que, pour les points situés sur l'axe des x réels entre 1 et 2, $\sqrt{x}$ est positif, $\log\frac{1}{x}$ réel et $\log(1-x)$ égal à $\log(x-1)-\pi i$; d'ailleurs on substituera aisément aux formules précédentes d'autres formules où ne figureront que des quantités réelles, lorsque x est lui-même réel.

» A droite de la corde commune aux deux cercles C_0, C_1 l'équation admet les deux solutions

$$P_1 = \frac{1}{\sqrt{x}}\varphi\left(\frac{x-1}{x}\right),$$
$$Q_1 = \frac{1}{\sqrt{x}}\left[4\psi\left(\frac{x-1}{x}\right) + \log\frac{1-x}{x}\varphi\left(\frac{x-1}{x}\right)\right];$$

à gauche de la même droite, elle admet les solutions

$$P_2 = \frac{1}{\sqrt{1-x}}\varphi\left(\frac{x}{x-1}\right),$$
$$Q_2 = \frac{1}{\sqrt{1-x}}\left[4\psi\left(\frac{x}{x-1}\right) + \log\frac{x}{1-x}\varphi\left(\frac{x}{x-1}\right)\right];$$

les formules qui permettent de passer de ces solutions à celles qui ont été données auparavant résultent des deux formules suivantes :

$$\varphi(1-x) = \frac{1}{\sqrt{x}}\varphi\left(\frac{x-1}{x}\right),$$
$$\psi(1-x) = \frac{1}{\sqrt{x}}\left[\psi\left(\frac{x-1}{x}\right) - \frac{1}{4}\log x\,\varphi\left(\frac{x-1}{x}\right)\right],$$

valables dans le cercle C_1, à droite de la corde commune, et de celles qu'on en déduira en changeant x en $1-x$, et qui s'appliqueront dans le cercle C_0 à gauche de la corde commune.

» Quant aux solutions

$$P''' = \frac{1}{\sqrt{1-x}}\varphi\left(\frac{1}{1-x}\right),$$
$$Q''' = \frac{1}{\sqrt{1-x}}\left[4\psi\left(\frac{1}{1-x}\right) + \log\frac{1}{1-x}\varphi\left(\frac{1}{1-x}\right)\right],$$

qui conviennent à l'extérieur du cercle C_1, on trouvera aisément, à l'aide

des formules qui ont été données, les formules qui permettent de les exprimer au moyen des autres solutions.

» Enfin, dans l'intérieur du cercle de rayon $\frac{1}{2}$ décrit du point $\frac{1}{2}$ comme centre, l'équation différentielle admet les solutions

$$2\varphi\left(\frac{1}{2}\right)\sum_{0}^{\infty} C_\mu \left(x-\frac{1}{2}\right)^{2\mu} = P + P',$$

$$\frac{4}{\pi\varphi\left(\frac{1}{2}\right)}\sum_{0}^{\infty} K_\mu \left(x-\frac{1}{2}\right)^{2\mu+1} = P - P',$$

où

$$C_\mu = \frac{[1.5.9\ldots(4\mu-3)]^2}{1.2.3\ldots 2\mu}, \quad C_0 = 1,$$

$$K_\mu = \frac{[3.7.11\ldots(4\mu-1)]^2}{2.3.4\ldots(2\mu+1)}, \quad K_0 = 1.$$

» Voici maintenant quelques propriétés algébriques relatives au cas ou x est réel.

» En continuant la fonction $\varphi(x)$, pour les valeurs de x inférieures à -1, par la fonction $\frac{1}{\sqrt{1-x}}\varphi\left(\frac{x}{x-1}\right)$, on obtient une fonction continue qui, lorsque x croît de $-\infty$ à 1, croît elle-même depuis zéro jusqu'à ∞.

» Le rapport $\frac{\psi(x)}{\varphi(x)}$, où, pour les valeurs de x inférieures à -1, on entend que $\psi(x)$ et $\varphi(x)$ doivent être remplacées par les fonctions

$$\frac{1}{\sqrt{1-x}}\left[\psi\left(\frac{x}{x-1}\right) - \frac{1}{4}\log(1-x)\,\varphi\left(\frac{x}{x-1}\right)\right] \quad \text{et} \quad \frac{1}{\sqrt{1-x}}\varphi\left(\frac{x}{x-1}\right),$$

croît constamment, lorsque x croît depuis $-\infty$ jusqu'à 1, de $-\infty$ à $\log 2$.

» Lorsque x croît de zéro à 1, le rapport $\frac{Q}{P}$ croît de $-\infty$ à $4\log 2$; la racine de l'équation $Q = 0$ est comprise entre zéro et 1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la fonction* $\Gamma(x)$ *et d'une autre fonction transcendante.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Étant donnée une série convergente dont le terme général u_n est une fonction rationnelle de n, la décomposition de la fraction rationnelle u_n en

fractions simples

$$u_n = \sum \frac{A_1}{n-a} + \frac{A_2}{(n-a)^2} + \ldots + \frac{A_\alpha}{(n-a)^\alpha}$$

montre que l'on peut exprimer la somme de la série à l'aide des fonctions

$$(1) \qquad \Psi(x) = -\frac{1}{x} + \log 2 - \frac{1}{x+1} + \log\frac{3}{2}, \ldots,$$

$$(2) \qquad \Psi'(x) = \frac{1}{x^2} + \frac{1}{(x+1)^2} + \ldots,$$

qui, pour des valeurs de x réelles positives ou imaginaires à partie réelle positive, ne sont autres que les fonctions $\frac{d \log \Gamma(x)}{dx}$, $\frac{d^2 \log \Gamma(x)}{dx^2}$, ... On peut conclure de là que, si le dénominateur de u_n n'admet que des racines commensurables simples ou doubles, la somme de la série est réductible aux logarithmes et aux arcs de cercle; mais je laisse de côté la démonstration de cette proposition pour m'occuper de séries convergentes

$$v = v_1 + v_2 + \ldots + v_n + \ldots,$$

dont le terme général v_n est une fonction rationnelle de $\sin 2an$ et $\cos 2an$, a étant une constante imaginaire dans laquelle je puis supposer le coefficient de $\sqrt{-1}$ positif. La décomposition de v_n en éléments simples, analogue à la décomposition des fractions rationnelles en fractions simples, donne (Hermite, *Analyse*, p. 321)

$$v_n = \mathrm{H}(n) + \mathrm{K}(n),$$

où

$$(3) \qquad \mathrm{H}(n) = \Sigma\, b_h e^{2nah\sqrt{-1}},$$

h désignant un entier positif ou négatif, et

$$(4) \quad \mathrm{K}(n) = k + \Sigma\, \mathcal{A} \cot a(n+\alpha) + \mathcal{A}_1 \frac{d \cot a(n+\alpha)}{d\alpha} + \ldots \mathcal{A}_r \frac{d^r \cot a(n+\alpha)}{d\alpha^r}.$$

Puisque le coefficient de $\sqrt{-1}$ dans a est supposé positif, il ne pourra y avoir dans la partie entière $\mathrm{H}(n)$ que des termes correspondant à des valeurs positives de h, car autrement le terme général v_n croîtrait indéfiniment avec n; cette condition étant remplie, les différents termes de $\mathrm{H}(n)$

forment des progressions géométriques décroissantes dont je désigne la somme par H.

» Considérons maintenant la seconde partie $K(n)$; quand n croît indéfiniment, les termes tels que $\cot a(n+\alpha)$ tendent vers $-\sqrt{-1}$, et les termes qui contiennent des dérivées de la cotangente tendent vers zéro; comme le terme général v_n doit tendre vers zéro et que déjà $H(n)$ a pour limite zéro, on doit avoir

(5) $$k - \sqrt{-1}\,\Sigma\mathcal{A} = 0.$$

» Cela posé, la somme

$$K = \sum_{n=1}^{n=\infty} K(n)$$

peut s'exprimer de la façon suivante. Par analogie avec la série (1), considérons la fonction $C(x)$ définie par la série

(6) $$C(x) = -\sum_{n=1}^{n=\infty}\left[\cot a(n+x) + \sqrt{-1}\right],$$

série convergente pour toutes les valeurs de x, à l'exception de celles qui rendent infinie une des cotangentes; et désignons par $C'(x)$, $C''(x)$, ... les dérivées de cette fonction, de manière que

$$C'(x) = -\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{d\cot a(n+x)}{dx},$$

....

» En remplaçant, dans l'expression (4) de $K(n)$, k par sa valeur tirée de la relation (5), on voit que

$$K = -\Sigma\mathcal{A}\,C(\alpha) + \mathcal{A}_1 C'(\alpha) + \ldots + \mathcal{A}_r C^{(r)}(\alpha).$$

» La somme de la série

$$v = H + K$$

est ainsi exprimée à l'aide d'une seule fonction nouvelle $C(x)$ et des dérivées de cette fonction.

» La fonction $C(x)$, que l'on est ainsi conduit à considérer, possède les

propriétés exprimées par les équations suivantes :

$$
(7)\quad \begin{cases} C\left(x+\frac{\pi}{a}\right)=C(x), \\ C(x)=C(x-1)+\sqrt{-1}+\cot ax, \\ C(x)-C(-x)=\cot ax-D\log\theta_1(ax). \end{cases}
$$

» Les valeurs de ω et ω' qui correspondent à la fonction $D\log\theta_1(ax)$ sont (Briot et Bouquet, *Fonctions elliptiques*, p. 300)

$$\omega=\pi,\quad \omega'=a.$$

» La fonction

$$G(x)=e^{a\int_0^x C(x)dx} \quad \text{ou} \quad G(x)=\prod_{n=1}^{n=\infty}\frac{\sin an}{\sin a(n+x)}e^{-ax\sqrt{-1}}$$

est analogue à la fonction $\Gamma(x)$; et de même qu'à l'aide de la fonction Γ on peut exprimer la limite de tout produit convergent dont le terme général est fonction rationnelle de n, à l'aide de cette fonction G on peut exprimer la limite de tout produit convergent dont le terme général est fonction rationnelle de $\sin 2ax$ et $\cos 2ax$.

» Enfin, $\varphi(x)$ désignant une fonction rationnelle donnée de $\sin 2ax$ et $\cos 2ax$, on peut, avec les fonctions $C(x)$, $C'(x)$, ..., et les fonctions élémentaires, former une fonction $\Phi(x)$ satisfaisant à la relation

$$\Phi(x)=\Phi(x-1)+\varphi(x),$$

et à l'aide de la fonction $G(x)$ et des fonctions élémentaires former une fonction $F(x)$, telle que

$$F(x)=F(x-1)\varphi(x). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement de* $(x-z)^m$, *suivant les puissances croissantes de* (z^2-1). Note de M. **Laguerre.**

« Dans une Note que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré, par l'exemple de la fonction e^{xz}, la liaison remarquable qui existe entre l'approximation des fonctions au moyen de fonctions rationnelles et leur développement suivant les puissances d'un polynôme.

» Le même fait a lieu à l'égard des fonctions $(x-z)^m$ et $\log(x-z)$, quoique d'une manière moins directe.

» Pour prendre l'exemple le plus simple, soit à développer $(x-z)^m$ suivant les puissances croissantes de (z^2-1). Posons

$$(x-z)^m = \Sigma(U_n + zV_n)(z^2-1)^n;$$

on obtiendra facilement les relations suivantes :

$$mU_n = xU'_n - V'_n - V'_{n-1}, \qquad mV_n = xV'_n - U'_n;$$
$$U'_n = -(2n+1)V_n - (n+1)V_{n+1}, \quad V'_n = -2(n+1)U_{n+1}.$$

» D'où l'on conclut que V_n satisfait à l'équation linéaire du second ordre

$$(1)\qquad (x^2-1)\frac{d^2y}{dx^2} - 2(m-n-1)\frac{dy}{dx} + m(m-2n-1)y = 0.$$

Désignons maintenant par $\frac{\varphi(x)}{f(x)}$ la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction $\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^m$; je veux dire par là que $\varphi(x)$ et $f(x)$ sont des polynômes du degré n, tels que le développement de $f(x)\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^m - \varphi(x)$, suivant les puissances descendantes de la variable, commence par un terme de l'ordre de $\frac{1}{x^{2n+1}}$.

» On sait [1] que l'expression $f(x) - \varphi(x)\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^m$ satisfait à l'équation

$$(x^2-1)\frac{d^2u}{dx^2} + 2(x-m)\frac{du}{dx} - n(n+1)u = 0;$$

d'où l'on voit que $v = (x+1)^m f(x) - (x-1)^m\varphi(x)$ satisfait à l'équation

$$(x^2-1)\frac{d^2v}{dx^2} - 2x(m-1)\frac{dv}{dx} + [m(m-1) - n(n-1)]v = 0,$$

et $\frac{d^nv}{dx^n}$ à l'équation (1).

» On peut donc énoncer la proposition suivante :

» *Si l'on désigne par* $\frac{\varphi(x)}{f(x)}$ *la* $n^{\text{ième}}$ *réduite de* $\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^m$, *le coefficient de*

---

[1] Voir, par exemple, ma Note *Sur l'approximation des fonctions d'une variable au moyen de fractions rationnelles* (*Bulletin de la Société mathématique*, t. V, p. 85).

$z(z^2-1)^n$, dans le développement de $(x-z)^m$ suivant les puissances croissantes de (z^2-1), est égal à la $n^{\text{ième}}$ dérivée de l'expression

$$(x+1)^m f(x) - (x-1)^m \varphi(x).$$

» Des circonstances toutes semblables se présentent dans le développement de $(x-z)^m$ suivant les puissances d'un polynôme de degré quelconque. Je ne m'étendrai pas davantage à ce sujet, me bornant à considérer, à cause de sa simplicité, le développement de $\log(x-z)$ que l'on peut considérer comme correspondant au cas où m devient égal à zéro.

» $F(z)$ étant un polynôme du degré $m+1$, soit

$$\log(x-z) = \Sigma(U_n + \ldots \pm z^m V_n) F^n(z),$$

on en déduit

$$\frac{1}{x-z} = \frac{\dfrac{F(x)-F(z)}{x-z}}{F(x)-F(z)} = \Sigma(U'_n + \ldots \pm z^m V'_n) F^n(z);$$

d'où

$$V'_n = \frac{1}{F^{n+1}(x)}.$$

» En désignant par $z_0, z_1, \ldots, z_n$ les racines de l'équation $F(z)=0$, considérons l'expression

$$\Omega = \Pi_1 \log\left(\frac{z-z_1}{x-z_0}\right) + \Pi_2 \log\left(\frac{x-z_2}{x-z_0}\right) + \ldots + \Pi_m \log\left(\frac{x-z_n}{x-z_0}\right) - \Pi,$$

où $\Pi, \Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_m$ sont des polynômes entiers du degré n qui rendent l'expression Ω de l'ordre le plus élevé possible en $\frac{1}{x}$, c'est-à-dire de l'ordre de $\frac{1}{x^{nm+m}}$.

» M. Hermite a montré (¹) que la $(n+1)^{\text{ième}}$ dérivée de Ω est précisément $\frac{1}{F^{(n+1)}(x)}$; on en conclut que V_n et la $n^{\text{ième}}$ dérivée de Ω ne peuvent différer que par un terme constant. De la règle donnée par Jacobi, on déduit d'ailleurs que V_n est de l'ordre de $\frac{1}{x^{mn+m+n}}$; par suite les développements de V_n et de $\frac{d^n\Omega}{dx^n}$, suivant les puissances décroissantes de x, commençant tous les deux par un terme de l'ordre de $\frac{1}{x^{mn+m+n}}$ et ces deux fonctions ne pouvant différer que par une constante, on a $V_n = \frac{d^n\Omega}{dx^n}$.

(¹) *Sur quelques équations différentielles linéaires* (*Journal de Borchardt*, t. 79).

» Ainsi :

» *Le coefficient de* $z^m F^n(z)$, *dans le développement de* $\log(x - z)$ *suivant les puissances de* $F(z)$, *est égal à la dérivée* $n^{ième}$ *de l'expression*

$$P_1 \log \frac{x - z_1}{x - z_0} + P_2 \log \frac{x - z_2}{x - z_0} + \ldots + P_m \log \frac{x - z_m}{x - z_1} - P_1,$$

où les polynômes, du degré n, P, P_1, P_2, ..., P_m *ont précisément les valeurs pour lesquelles l'expression précédente est de l'ordre le plus élevé en* $\frac{1}{x}$. »

MÉCANIQUE. — *Théorie des mouvements quasi-circulaires d'un point pesant sur une surface de révolution creuse à axe vertical.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans une Note du 9 juillet 1877 (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 65), j'ai étudié les mouvements quasi-circulaires d'un point attiré par un centre fixe. Or, la même analyse s'applique aux mouvements analogues d'un point pesant, mobile sur une surface de révolution à axe vertical. Soient, à l'époque t, z l'ordonnée verticale du mobile au-dessus du plan horizontal passant par le fond de la surface, r sa distance à l'axe, θ l'azimut de son plan méridien. L'équation de la surface fera connaître z en fonction de r; j'appellerai z', z'', z''', ... les dérivées successives de cette fonction. Cela posé, les variations éprouvées d'un instant à l'autre par les deux coordonnées r, θ se déterminent, comme on sait, au moyen de la formule des aires, $r^2 d\theta = c\,dt$, et de l'équation des forces vives, réductible à

$$(1) \qquad \frac{dr^2}{dt^2} - f(r) = 0,$$

où $f(r) = \frac{1}{1 + z'^2}\left(c' - \frac{c^2}{r^2} - 2gz\right)$, c' désignant une constante. Cette équation (1), différentiée, donne $\frac{d^2 r}{dt^2} - \frac{1}{2}f'(r) = 0$. Celle-ci régit le mouvement oscillatoire du point dans son méridien, et le principe des aires détermine ensuite la rotation du méridien lui-même autour de l'axe.

» Appelons R la valeur de r qui annule $f'(r)$, et développons, dans l'équation précédente, $\frac{1}{2}f'(r)$ en série très-convergente procédant suivant les puissances du petit écart $r - R$: il viendra, comme dans ma Note

du 9 juillet 1877, une équation de la forme

$$(2)\quad \frac{1}{K^2}\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{r}{R}-1\right)+\left(\frac{r}{R}-1\right)-a\left(\frac{r}{R}-1\right)^2+b\left(\frac{r}{R}-1\right)^3-\ldots=0,$$

qui, jointe à la formule des aires, donnera pour r et θ des valeurs pareilles à celles du rayon vecteur et de l'angle polaire dans le problème d'un point attiré par un centre fixe. Les valeurs maximum et minimum de r diffèrent peu de $R\left(1\pm e+\frac{ae^2}{3}\right)$, e désignant une petite constante positive. De plus, la période T qui s'écoule entre deux minimum de r, et l'angle P décrit en même temps par le plan méridien auront pour valeurs

$$(3)\quad \begin{cases} T=\frac{2\pi}{K}\left[1+\frac{e^2}{4}\left(\frac{5a^2}{3}-\frac{3b}{2}\right)\right], \\ P=\frac{2\pi c}{KR^2}\left[1+\frac{e^2}{24}(36-24a+10a^2-9b)\right]. \end{cases}$$

» Les constantes des aires et des forces vives, c, c', se déterminent, en fonction de R et e, en exprimant que $f'(R)=0$, et que l'intégrale de (2) l'est aussi de (1) ou vérifie l'équation (1) à une époque particulière, par exemple au moment où r est minimum. On reconnaît aisément que cette seconde condition revient à poser $f(R)=e^2K^2R^2$. En la joignant à $f'(R)=0$, on peut évaluer K^2, c^2, a, b, c'; et il vient notamment

$$(4)\quad \begin{cases} K^2=\frac{g}{r}\frac{3z'+rz''}{1+z'^2}\left[1+\frac{e^2r^2}{1+z'^2}\left(\frac{3z'z''}{r}+z''^2+z'z'''\right)\right], \\ c^2=gr^3z'\left(1+e^2rz''\frac{3z'+rz''}{1+z'^2}\right),\quad 2a=\frac{12z'-r^2z'''}{3z'+rz''}+\frac{6rz'z''}{1+z'^2}, \\ 6b=\frac{60z'+r^3z^{\text{iv}}}{3z'+rz''}-\frac{12r^2(z''^2+z'z''')}{1+z'^2}+\frac{16arz'z''}{1+z'^2}, \end{cases}$$

en convenant de faire $r=R$ dans les seconds membres.

» Muni de ces formules, on peut résoudre d'intéressants problèmes, et d'abord chercher quelle forme doit avoir le méridien pour que la valeur (3) de P soit constante, du moins quand on y néglige e^2, ou pour que toutes les trajectoires très-peu différentes d'un cercle se ferment au bout de j périodes T, et de i révolutions autour de l'axe. On trouve pour équation de ces surfaces, avec un paramètre arbitraire c'',

$$(5)\quad z=\frac{1}{\sqrt{n+3}}\int_0^r\frac{r^n\,dr}{\sqrt{\frac{1}{n}(c''-r^{2n})}},$$

où $n = \frac{j^2}{i^2} - 3$. Ce sont : 1° des surfaces fermées, symétriques par rapport à un équateur horizontal, quand c'' est > 0; 2° des surfaces ayant la forme d'un entonnoir à bord évasé, convexe vers le haut et qui tend à devenir horizontal pour r infini, quand c'' et n sont < 0; 3° de simples cônes quand on a $c'' = 0$, $n < 0$. Les seules de ces surfaces dont la courbure, au fond, ne soit ni nulle ni infinie, correspondent à $n = 1$, $i = 1$, $j = 2$: *ce sont des ellipsoïdes ayant leur axe vertical polaire moitié de l'axe équatorial.*

» A une deuxième approximation, c'est-à-dire quand on tient compte des quantités de l'ordre de e^2 dans l'expression (3) de P, il n'y a plus de surface pour laquelle P soit constant. Par exemple, si l'on suppose z très-petit, on trouve

$$P = \frac{2\pi}{\sqrt{n+3}}\left(1 - \frac{e^2}{12}\right)$$

pour $n < 0$, et

$$P = \frac{2\pi}{\sqrt{n+3}}\left[1 + \frac{e^2(n-1)}{2}\left(\frac{n+2}{12} + \frac{n-1}{4}z'^2\right)\right]$$

pour $n > 0$, en négligeant dans le second cas les puissances z'^4, etc. Les trajectoires ne se ferment donc, à des erreurs près d'ordre supérieur au produit $e^2 z'^2$, que si l'on a $n = 1$. Mais, pour $n = 1$, la seconde formule (3) devient, en toute rigueur,

$$P = \pi\left[1 + \frac{3e^2 z'^4}{(1+z'^2)^2}\right].$$

» D'ailleurs, j'ai démontré, dans une Note du 10 septembre 1877 (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 539), que pour toutes les surfaces ayant, en leur fond, plan tangent horizontal et courbure finie, les *petites* oscillations se font, à fort peu près, suivant des ellipses, animées, autour de leur centre, d'une vitesse de rotation qui a un rapport sensiblement constant avec leur aire même. Ce rapport étant nul, comme on vient de voir, pour de petites orbites quasi-circulaires, dans l'ellipsoïde d'aplatissement $\frac{1}{2}$, y sera sensiblement nul aussi pour des trajectoires d'une autre forme.

» J'ai reconnu encore, dans la même Note du 10 septembre 1877, que la surface à méridien cycloïdal est tautochrone pour les petites oscillations, quand on néglige, dans l'expression de T, les puissances du carré de l'amplitude supérieures à la première. Mais il n'en est plus de même à une approximation plus élevée; car si cette surface, à l'exclusion de toute autre,

continue à être tautochrone pour les oscillations se faisant dans un plan méridien, elle ne l'est plus pour celles qui se font suivant des cercles parallèles. Les premières formules (3), (4) y donnent en effet, si r est petit et si α désigne la courbure au fond,

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g\alpha}}\left(1 - \frac{\alpha^4 r^4}{15}\right).$$

» En résumé, *il n'y a pas de surface de révolution sur laquelle un mobile pesant décrive généralement des orbites fermées ou emploie un temps constant à effectuer une oscillation; mais l'ellipsoïde dont l'aplatissement vaut* $\frac{1}{2}$ *jouit de la première propriété pour les oscillations très-petites et pour celles qui sont quasi-circulaires, tandis que la surface à méridien cycloïdal jouit de la seconde pour les oscillations également très-petites et pour celles qui se font suivant un plan méridien.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de la solution simple.* Note de M. ÉMILE MATHIEU. (Extrait par l'auteur.)

« Dans toutes les questions de mouvements vibratoires et de distribution de la chaleur dans un corps de forme déterminée, qui ont été étudiées jusqu'à présent, on commence par chercher une solution dite *simple* qui ne dépend du temps t que par un facteur qui est le sinus d'un arc qui varie proportionnellement au temps ou par un facteur qui renferme le temps en exposant. Cette solution simple satisfait non-seulement à une équation aux différences partielles, mais encore à certaines *conditions aux limites*. La solution la plus générale est toujours la somme d'un nombre fini ou infini de solutions simples.

» Comme première question, examinons d'abord celle du mouvement vibratoire d'une membrane. Le déplacement normal v d'un point de la membrane est fourni par l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2 v}{dt^2} = m^2\left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2}\right),$$

et v est nul sur le contour s de la membrane. En posant

$$(2) \qquad v = (A \sin amt + B \cos amt)u,$$

on a

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = -a^2u; \tag{3}$$

alors la fonction u doit satisfaire à cette équation et à la condition d'être nulle sur le contour, et la fonction u ayant été convenablement choisie ainsi que a, la formule (2) donnera la solution simple.

» Si le contour est un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes des x et y, on sait que l'on doit prendre u de la forme $f(x)\varphi(y)$; ce qui permet de déterminer immédiatement les deux fonctions $f(x)$, $\varphi(y)$ et la constante a.

» Si le contour est un cercle, le facteur u de la solution simple se met sous la forme $f(\mathrm{R})\varphi(\alpha)$, R, α étant des coordonnées polaires dont l'origine est au centre et $f(\mathrm{R})$, $\varphi(\alpha)$ satisfaisant à des équations différentielles du second ordre. Si le contour est une ellipse, la solution simple est beaucoup plus difficile à former; elle peut cependant aussi se mettre sous la forme $f(\alpha)\varphi(\beta)$, α, β étant les paramètres d'ellipses et d'hyperboles homofocales.

» Mais les résultats particuliers que je viens de rappeler ne jettent aucune lumière sur la définition générale de la solution simple.

» Pour trouver le caractère de la solution simple, quel que soit le contour s, j'ai observé d'abord que toute fonction u qui satisfait à l'équation (3) dans l'intérieur d'un contour et qui y est finie et continue, ainsi que ses dérivées du premier ordre, peut se mettre sous la forme

$$u = \int \mathrm{N}\rho\, ds \quad \text{avec} \quad \mathrm{N} = \int_0^\pi \cos(ar\cos\omega)\log(r\sin^2\omega)\,d\omega, \tag{4}$$

ds étant un élément du contour, r la distance d'un point intérieur (x, y) à l'élément ds, ρ une fonction qui ne dépend que des coordonnées de ds, et l'intégrale se rapportant à tous les éléments du contour.

» Si, au lieu de l'équation (3), nous avions

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = a^2u,$$

le théorème précédent subsisterait avec le seul changement de a en $a\sqrt{-1}$ dans l'expression de N; de plus on peut alors démontrer que, si la fonction u s'annule sur les contours, elle est nulle en tous les points intérieurs. Mais ce dernier résultat n'a plus lieu si u est solution de (3).

» Si l'on prend pour le contour s un cercle, j'ai démontré que la for-

mule (4) peut se mettre sous la forme de la série suivante :

$$C_0 Q_0(R, a) + (C_1 \cos\alpha + D_1 \sin\alpha) Q_1(R, a) + \ldots$$
$$+ (C_n \cos u\alpha + D_n \sin n\alpha) Q_n(R, a) + \ldots,$$

C_n, D_n étant des coefficients constants et $Q_n(R, a)$ la solution de l'équation

$$R^2 \frac{d^2 Q}{dR^2} + R \frac{dQ}{dR} + (a^2 R^2 - u^2) Q = 0,$$

qui ne devient pas infinie pour $R = 0$.

» On voit immédiatement qu'on pourra déterminer tous les coefficients et d'une seule manière, de telle sorte que, pour le contour $R = R_1$, u soit une fonction donnée arbitrairement $f(\alpha)$. Il y aura toutefois exception dans le cas où a sera racine d'une des équations

$$(5) \quad Q_0(R_1, a) = 0, \quad Q_1(R_1, a) = 0, \quad \ldots, \quad Q_n(R_1, a) = 0, \quad \ldots$$

Au contraire, si l'on veut que u soit nul sur le contour, tous les coefficients C_n, D_n sont nuls en général et u est partout nul à l'intérieur du contour. Il y a toutefois exception si a est racine d'une des équations (5) $Q_n(R_1, a) = 0$; car alors on aura aussi la solution

$$u = (C_n \cos n\alpha + D_n \sin n\alpha) Q_n(R, a);$$

or cette expression, étant substituée dans la formule (2), donne précisément la solution simple.

» Ainsi cette forme particulière si remarquable que l'on a pour le facteur u de la solution simple, quand le contour est un cercle, se trouve exigée par les seules conditions de continuité de la fonction u et de ses premières dérivées à l'intérieur du cercle.

» J'ai fait la même recherche dans le cas où le contour s se compose, ou de deux cercles concentriques, ou d'un rectangle, ou d'une ellipse ou de deux ellipses homofocales. Dans tous ces cas, on arrive au résultat suivant :

Théorème. — *Il y a en général une fonction et une seule qui satisfait à l'équation*

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = -a^2 u$$

dans l'intérieur du contour s, qui y est finie et continue ainsi que ses dérivées

de premier ordre et qui a en chaque point de ce contour une valeur donnée arbitrairement et variable. Il y a toutefois exception pour de certaines valeurs de a se suivant les unes les autres à des intervalles, et pour ces valeurs de a il existe une fonction u différente de zéro et satisfaisant à toutes les conditions précédentes, sauf que, au lieu d'avoir une valeur arbitraire en chaque point du contour s, elle s'annule sur ce contour. Cette fonction u, substituée dans la formule

$$v = (\mathrm{A}\sin \mathrm{am}\, t + \mathrm{B}\cos \mathrm{am}\, t)u,$$

fournit un mouvement vibratoire simple ou, autrement dit, une solution simple de l'équation (1), *à laquelle on adjoint la condition que u soit nul sur le contour.*

» Bien que je ne sois parvenu à démontrer le théorème précédent que dans les cas que j'ai cités, je ne doute pas que ce théorème ne définisse dans tous les cas les solutions simples. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la propagation de l'électricité dans les conducteurs.* Note de M. **Mascart.**

« D'après la théorie d'Ohm, les équations différentielles qui règlent la propagation de l'électricité dans les corps conducteurs sont identiques à celles que Fourier a établies pour la communication de la chaleur par conductibilité. L'intégrale générale de l'équation de Fourier est connue sous plusieurs formes, mais la considération des valeurs limites rend parfois les applications numériques difficiles; on peut, au contraire, choisir des conditions qui conduisent à une solution plus simple, laquelle s'applique en réalité à la plupart des phénomènes observés.

» Considérons un fil cylindrique de longueur indéfinie, primitivement à l'état neutre, dont l'une des extrémités est portée à un potentiel constant V_1. Le fil s'électrise progressivement, et le potentiel V en un point est une fonction du temps t et de la distance x du point considéré à l'extrémité électrisée. Si l'on néglige la déperdition d'électricité qui a lieu par le milieu ambiant ainsi que les phénomènes d'induction, ce potentiel satisfait à l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2 V}{dx^2} = \frac{\gamma}{cs}\frac{dV}{dt} = \alpha^2 \frac{dV}{dt},$$

dans laquelle γ désigne la capacité électrique de l'unité de longueur du fil, c le coefficient de conductibilité et s la section.

» Pour un second fil placé dans les mêmes conditions que le premier et dont la nature est définie par un autre coefficient α', on aura de même

$$\frac{d^2V'}{dx'^2} = \alpha'^2 \frac{dV'}{dt'}. \tag{2}$$

Posons $x' = mx$, $t' = nt$, m et n étant des constantes, et considérons V' comme une fonction de x et t, l'équation (2) devient alors

$$\frac{d^2V'}{dx^2} = \frac{\alpha'^2 m^2}{n} \frac{dV'}{dt}.$$

Si l'on choisit les coefficients m et n de telle façon qu'on ait

$$\alpha^2 = \frac{\alpha'^2 m^2}{n},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\alpha^2 x^2}{t} = \frac{\alpha'^2 x'^2}{t'},$$

les potentiels V et V' satisfont à la même équation différentielle et aux mêmes conditions limites ; ils représentent donc la même fonction de x et de t.

» Ainsi, quand on considère des fils indéfinis, ce qui dans la pratique équivaut à des fils assez longs pour que la durée de la propagation ait une valeur sensible, le potentiel V ne change pas lorsque le rapport $\frac{\alpha^2 x^2}{t}$ conserve la même valeur; c'est donc une fonction de ce rapport. Il en résulte déjà que le temps nécessaire pour qu'à une distance x se produise un potentiel déterminé, ou plus exactement une fraction déterminée du potentiel initial, est proportionnel au carré de la distance et au coefficient α^2 qui caractérise le fil.

» Dans ces conditions, l'équation (1) ne renferme en réalité qu'une variable indépendante, et si l'on pose

$$V = f\left(\frac{\alpha x}{2\sqrt{t}}\right) = f(y),$$

elle devient

$$\frac{d^2V}{dy^2} + 2y\frac{dV}{dy} = 0,$$

ce qui donne facilement

$$V = C\int_0^y e^{-y^2}dy + C'.$$

» Les constantes C et C′ seront déterminées par les conditions limites : pour $t = 0$ ou $y = \infty$, on a $V = 0$; pour $t = \infty$ ou $y = 0$, $V = V_1$. Il vient alors, en remarquant que $\int_0^\infty e^{-y^2}\,dy = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$,

(4) $$V = V_1\left(1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^y e^{-y^2}\,dy\right).$$

» L'intégrale que renferme cette formule n'a pas d'expression simple, mais on en connaît les tables.

» Supposons maintenant que le potentiel V_1 ne soit maintenu à l'extrémité du fil que pendant un temps τ et que ce point soit ensuite réuni au sol. Le potentiel en un autre point s'obtiendra par la superposition de deux états, le premier dû au potentiel permanent V_1 établi à l'origine du temps, le second au potentiel permanent $-V_1$ établi seulement à l'époque τ. La valeur de V relative à chacun des états étant une fonction du temps écoulé depuis l'origine, le potentiel résultant U au même point sera

$$U = V(t) - V(t - \tau)$$

et, si le temps τ est infiniment petit,

$$U = \tau\frac{dV}{dt} = \tau\frac{dV}{dy}\frac{dy}{dt}.$$

On en déduit

(5) $$U = \tau\frac{V_1}{\sqrt{\pi}}\frac{y}{t}e^{-y^2} = \tau\frac{V_1}{2\sqrt{\pi}}\frac{1}{t^{\frac{3}{2}}}e^{-\frac{\alpha^2 x^2}{4t}}.$$

» Cette expression a été donnée par sir W. Thomson; on voit que la valeur de U n'est plus une simple fonction du rapport $\frac{\alpha^2 x^2}{t}$.

» La communication instantanée de l'extrémité du fil avec l'un des pôles d'une pile donne lieu, comme on le voit par la valeur de U, à une espèce d'onde électrique qui se propage suivant une loi assez complexe et qui s'étale à mesure qu'elle se propage. L'époque T à laquelle le maximum du potentiel a lieu en un point est déterminée par la condition

$$\frac{dU}{dt} = 0,$$

qui donne

(6) $$T = \frac{\alpha^2 x^2}{6} = \frac{1}{6}\frac{\gamma}{cs}x^2.$$

» Ce temps T peut être considéré comme exprimant la durée de propagation d'une onde électrique; il est proportionnel au carré de la distance et se trouve ici exprimé en valeurs absolues en fonction des constantes électriques du fil.

» On déterminerait de même, par le calcul ou par une construction géométrique, l'onde qui résulte de la communication successive du fil avec le pôle positif et le pôle négatif de la pile, pendant des temps égaux ou inégaux et à des intervalles différents. On peut ainsi obtenir par plusieurs contacts successifs une onde beaucoup plus courte qu'avec un contact unique et cette propriété est utilisée dans les signaux télégraphiques.

» Les formules (4), (5) et (6) représentent exactement les phénomènes qui se produisent dans les expériences ingénieuses de M. Gaugain sur la propagation de l'électricité dans les corps peu conducteurs, comme des fils de coton ou des colonnes d'huile.

» Si l'on met un point du fil ou son extrémité la plus éloignée en communication avec le sol par un galvanomètre de très-grande résistance, ces formules donnent aussi l'intensité du courant dérivé en un point, l'intensité du courant à l'extrémité du fil et le temps nécessaire pour que le maximum soit atteint dans les deux cas. On peut ainsi résoudre, par des considérations assez simples, la plupart des problèmes relatifs à la propagation des signaux télégraphiques dans les câbles sous-marins. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des chlorures métalliques unis à l'ammoniaque.* Note de M. ISAMBERT, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris de déterminer la chaleur de combinaison du gaz ammoniac avec les chlorures métalliques, dans l'espoir que ces recherches, s'appliquant à des corps dont la dissociation a lieu à des températures assez basses pour être suivies avec soin, pourront établir une relation entre les phénomènes thermiques et la dissociation. J'ai examiné, en premier lieu, les chlorures métalliques ammoniacaux dont j'avais étudié la dissociation d'une manière plus complète, chlorures d'argent, de zinc, de calcium, me proposant de compléter plus tard cette étude en l'étendant aux divers chlorures ammoniacaux.

» La combinaison du gaz ammoniac avec ces chlorures se faisant en général avec une extrême lenteur, il est impossible de mesurer directement la chaleur dégagée, et j'ai dû avoir recours à un procédé indirect, fondé sur

la dissolution du composé préparé à l'avance, la dissolution ayant lieu sur un poids donné et par l'acide chlorhydrique étendu placé dans le calorimètre de M. Berthelot.

» La question qui offre le plus d'importance dans ce genre de recherches est la préparation des chlorures ammoniacaux : il ne suffit pas en effet que le chlorure de zinc, par exemple, ait absorbé en poids un équivalent de gaz ammoniac pour qu'on ait un composé défini ; on pourrait avoir un mélange en proportions très-variables des divers corps, ZnCl, ZnCl AzH^3, ZnCl $2AzH^3$, ZnCl $3AzH^3$, avec cette seule condition que la somme de ZnCl et celle de AzH^3 fussent dans les rapports d'équivalents égaux : ainsi ZnClAzH^3, et $\frac{1}{2}$ZnCl + $\frac{1}{2}$(ZnCl $2AzH^3$), etc., indiqueraient à la balance la même composition, mais pourraient au calorimètre donner des résultats très-différents. Il faut donc, en général, préparer le chlorure saturé, puis le décomposer par la chaleur, en se réglant pour cela sur les tensions de dissociation de ces chlorures ammoniacaux. Dans ces conditions, l'expérience donne des résultats assez concordants.

» Le chlorure d'argent forme avec le gaz ammoniac deux composés, dont les formules sont AgCl $3AzH^3$ et 2AgCl $3AzH^3$. En rapportant la quantité de chaleur dégagée dans la combinaison à un équivalent, 17 grammes d'ammoniaque, j'ai obtenu pour le composé saturé les nombres de Calories qui suivent : pour le composé AgCl $3AzH^3$: $10^c,52$, 10,48, 10,52, 10,64, dont la moyenne est $10^c,54$; l'autre composé m'a donné 11,68, 11,59, 11,46, moyenne 11,58. Comme à la pression ordinaire, à la température de 20 degrés, le premier composé se détruit en donnant le second, on doit regarder AgCl $3AzH^3$ comme résultant de l'union de 2AgCl $3AzH^3$ avec $3AzH^3$, et la formation de 2AgCl $3AzH^3$ dégageant $11^c,58$ pour un équivalent d'ammoniaque, celle de la combinaison (2AgCl $3AzH^3$) + $3AzH^3$ dégage $9^c,50$.

» Le chlorure de zinc forme trois composés qui m'ont donné les nombres de calories suivants, pour un équivalent d'ammoniaque : ZnCl AzH^3, 22,18, 22,07, 21,99, moyenne 22,08; ZnCl $2AzH^3$, 16,99, 17,07, 16,93, moyenne 16,99; ZnCl $3AzH^3$, 14,99, 15,00, 14,93, 14,90, moyenne 14,98. Il en résulte que ZnCl + AzH^3 dégage $22^{Cal},08$; (ZnCl AzH^3) + AzH^3, 11,90; (ZnCl $2AzH^3$) + AzH^3, 18,96. Enfin la formation de ZnCl $3AzH^3$ donne lieu au dégagement de $44^{Cal},94$.

» Le chlorure de calcium forme aussi trois composés, CaCl AzH^3, CaCl $2AzH^3$ et CaCl $4AzH^3$; le premier a dégagé 13,80, 14,10, 14,18; moyenne $14^{Cal},03$; CaCl $2AzH^3$ 12,09, 12,00, 12,39, moyenne 12,16; et le troisième CaCl $4AzH^3$ 11,09, 10,92, 11,07 : moyenne 11,03; en sorte

que la formation des divers composés correspond : pour $CaCl\,AzH^3$, à 14,03; $(CaCl\,AzH^3) + AzH^3$, 10,29; $(CaCl\,2\,AzH^3) + 2\,AzH^3$, 9,90 pour 17 grammes d'ammoniaque.

» La chaleur de combinaison est d'autant plus grande que, pour avoir une même tension de dissociation, $0^m,760$ par exemple, on est obligé d'élever plus la température. En outre, les mesures ayant été faites à la température ambiante, leur concordance indique déjà que, même pour des corps qui se dissocient facilement, la chaleur de combinaison ne varie pas notablement avec la température.

» Parmi ces nombres, celui qui correspond à l'union de Zn Cl avec $3\,AzH^3$ surpasse même la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque (42,5), surtout si l'on retranche de ce dernier nombre la chaleur latente inconnue de liquéfaction et de fusion de l'acide chlorhydrique. Il en résulte que, si l'on opère dans des conditions de température telles que le chlorhydrate d'ammoniaque éprouve un commencement de dissociation, le chlorure de zinc pourra retenir une partie de l'ammoniaque, de préférence à l'acide chlorhydrique, en formant aussi un composé dissociable. Bref, entre le chlorure d'hydrogène, H Cl, et le chlorure de zinc, Zn Cl, opposés à l'ammoniaque, il pourra se produire certains phénomènes d'équilibre, réglés à la fois par les quantités de chaleur et par les coefficients de dissociation [1]. Comme conséquence de ces résultats numériques et de ces raisonnements fondés sur les théories de M. Berthelot, j'ai essayé l'action du chlorure de zinc sur le chlorhydrate d'ammoniaque : j'ai obtenu, en effet, avec le chlorure de zinc absolument anhydre, préparé directement par l'action du chlore sec sur le métal, et chauffé jusqu'à fusion avec du chlorhydrate d'ammoniaque récemment volatilisé, un dégagement abondant d'acide chlorhydrique, accompagné d'un vif bouillonnement. En même temps le chlorure de zinc resté dans la cornue retient de l'ammoniaque; mais la décomposition ne tarde pas à s'arrêter. Le chlorure de zinc à une température modérée est donc capable de décomposer *partiellement* le chlorhydrate d'ammoniaque et d'en chasser l'acide chlorhydrique. A première vue, on serait porté à assimiler cet effet à la réaction d'un acide plus fixe qui met en liberté un acide plus volatil; mais les phénomènes d'équilibre qui président à ce déplacement montrent que la théorie en est différente, se rattachant à la fois au principe du maximum thermique et à la dissociation. Quoi qu'il en soit, le fait lui-même me paraît inattendu et digne de l'intérêt des chimistes. »

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 860 et 864.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dissociation de l'hydrate de chloral.* Note de MM. MOITESSIER et R. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« Dans plusieurs Communications à l'Académie des Sciences, M. Troost est arrivé à cette conclusion que l'hydrate de chloral ne se dissocie pas aux températures de 78 degrés et de 100 degrés. Les expériences de M. Troost ont été infirmées par M. Wurtz, qui s'est placé dans des conditions telles que toutes les causes d'erreur avaient été éliminées.

» Nous nous sommes occupés, de notre côté, de la solution de ce problème, et nous avons été amenés à nous demander quelle est la tension de la vapeur de l'hydrate de chloral au point débullition de ce composé. N'était-il pas probable que, dans l'hypothèse de la dissociation, la tension de la vapeur de l'hydrate de chloral en ébullition serait supérieure à la pression atmosphérique, contrairement à ce qui arrive pour les autres liquides en ébullition ?

» Telle est la question que nous nous sommes proposé de résoudre et l'expérience a confirmé nos prévisions.

» Notre appareil consiste en un tube recourbé ayant la forme d'un tube de Mariotte; sa petite branche est fermée. Ce tube est d'abord rempli de mercure avec les précautions usitées pour la construction d'un baromètre et de telle sorte que le niveau du mercure dans la branche ouverte soit au-dessous du sommet de la branche fermée. Cela fait, on introduit dans celle-ci une petite quantité d'hydrate de chloral destiné à fournir la vapeur. L'appareil ainsi chargé est plongé dans une dissolution de chlorure de calcium dont on élève la température jusqu'aux environs du point d'ébullition de l'hydrate de chloral et l'on maintient pendant un certain temps la température constante à l'aide d'un bon régulateur. Sous l'influence de la chaleur, il se forme dans la branche fermée de l'appareil une certaine quantité de vapeur saturée d'hydrate de chloral. Le niveau du mercure dans la branche ouverte ne tarde pas à s'élever et bientôt, même au-dessous du point d'ébullition de l'hydrate de chloral, il se fixe à une hauteur supérieure à celle qu'il atteint dans la branche qui contient la vapeur.

» Notre appareil nous permet d'ailleurs de déterminer les tensions de la vapeur saturée d'hydrate de chloral aux températures voisines du point d'ébullition de ce composé. Ces tensions sont, en effet, égales à la pression atmosphérique augmentée ou diminuée de la différence des niveaux du

mercure dans les deux branches, suivant que le niveau est plus élevé dans la branche ouverte ou dans la branche fermée.

» Voici les résultats (corrigés) obtenus :

	Tensions.
A 95°,8	769,5
A 96,5	789,5
A 97,3	814,5
A 97,5	817,9

» La température de la vapeur de l'hydrate de chloral en ébullition étant comprise entre 97 degrés et 97°,5, on voit, d'après ces chiffres, que la tension de cette vapeur, à la température de l'ébullition, est notablement supérieure à la pression atmosphérique.

» L'hydrate de chloral employé a été préalablement desséché dans le vide sec. Les quantités d'hydrate introduites ont varié de 0gr,015 à 2 grammes. Nous préférions n'employer que de petites quantités de matière, de telle sorte que nous nous trouvions à l'abri d'erreurs pouvant provenir de l'introduction dans l'appareil de traces d'eau ou d'autres composés volatils. Le tube avait d'ailleurs 15 millimètres de diamètre. Enfin, plusieurs échantillons de chloral nous ont constamment donné les mêmes résultats.

» Nous nous sommes assurés, d'autre part, que le chloral anhydre se comporte comme les autres liquides dissociables.

» Ces expériences peuvent également se faire en chauffant le tube de Mariotte dans la vapeur même de l'hydrate de chloral. Les résultats sont les mêmes dans leur ensemble, mais ne sont pas aussi précis. En effet, lorsque l'hydrate de chloral entre en ébullition, la température du liquide est très-notablement supérieure à la température de la vapeur, ainsi que Cannizzaro l'a déjà observé (liquide, 105 degrés; vapeur, 97°,5). Lorsque l'appareil plonge même partiellement dans le liquide, on observe par conséquent une tension beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est en réalité. Notre tube est d'ailleurs de dimensions assez grandes; l'expérience doit durer longtemps, ce qui rend l'opération difficile.

» De ces résultats nous concluons donc à la dissociation de l'hydrate de chloral, car on ne saurait, ce nous semble, expliquer autrement que par une dissociation ce fait que la tension de la vapeur de l'hydrate de chloral en ébullition est supérieure à la pression atmosphérique. Il est probable que les autres liquides dissociables se comporteront comme l'hydrate du chloral.

» Cette recherche nous a menés à tracer la courbe des tensions de vapeur de l'hydrate de chloral et du chloral anhydre. Nous donnerons, dans une prochaine Communication, les résultats de ces expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des amylènes.* Note de M. A. **WISCHNEGRADSKY**, présentée par M. Wurtz.

« La Note de M. A. Étard, *Sur la préparation de l'amylène*, insérée dans les *Comptes rendus* (même tome, p. 488) paraît offrir la preuve que la connaissance des résultats obtenus par divers savants russes, dont M. Étard fait mention, n'est pas suffisamment répandue. C'est cette circonstance probablement qui a conduit M. Étard à une conclusion erronée par rapport à la structure chimique de l'amylène obtenue par lui.

» Étant un des chimistes russes dont parle M. Étard, je prends la liberté d'exposer en peu de mots les faits principaux touchant les amylènes isomériques. M. Flavitzky, le premier, a exprimé l'idée que l'amylène ordinaire n'est pas *l'isopropyléthylène* $(CH^3)^2CH - CH = CH^2$, comme on le pensait généralement, mais le *triméthyléthylène* $(CH^3)^2 C = CH\ (CH^3)$. Cette supposition a été complétement confirmée par mes recherches. J'ai trouvé en même temps que l'amylène ordinaire (amylène du commerce), préparé au moyen du chlorure de zinc, contient, outre le triméthyléthylène, environ 10 pour 100 d'un hydrocarbure isomérique fournissant du méthylpropylcarbinol $CH^3 - CH^2 - CH^2 \begin{array}{c} CH \\ | \\ CH^3 \end{array} (HO)$ lorsqu'on le combine aux éléments de l'eau [1]. Plus tard M. Eltékof a prouvé la présence du *méthyléthyléthylène* (non symétrique) $(C^2H^5)(CH^3)C = CH^2$ et d'une petite quantité d'isopropyléthylène dans l'amylène ordinaire. Cet amylène est donc un mélange de plusieurs hydrocarbures isomériques, dont les points d'ébullition varient environ de 22 degrés à 40 degrés. C'est cela qui explique l'absence du point d'ébullition fixe dans l'amylène du commerce, tandis que les variétés, qu'on sait maintenant isoler à l'état de pureté, offrent un point d'ébullition tout à fait constant. Ainsi l'alcool amylique tertiaire (le diméthyléthylcarbinol), qu'on obtient aisément avec de l'amylène du commerce, fournit du triméthyléthylène à l'état de pureté complète et au point d'ébullition entièrement fixe (36 degrés.) Il

---

(1) Voir *Mémoire de l'Acad. imp. des Sc. de Saint-Pétersb.*, t. XXIV, n° 6.

est à remarquer que la préparation de cet hydrocarbure, en partant de l'alcool amylique tertiaire, a été effectuée pour la première fois par M. Ermolaïew. L'iodhydrate de cet amylène possède le point d'ébullition de 127 à 128 degrés.

» En étudiant d'autre part l'amylène préparé par l'action de la potasse alcoolique sur l'iodure d'amyle de fermentation, j'ai trouvé que cet hydrocarbure est un mélange de deux variétés isomériques. L'une d'elles a été isolée par moi à l'état pur et reconnue comme l'isopropyléthylène. Ce dernier bout d'une manière constante à 21°,5, et ne se dissout pas dans de l'acide sulfurique. Le point d'ébullition de l'iodhydrate d'isopropyléthylène est situé à 137-139 degrés.

» En présence de tous ces faits solidement établis, il est difficile de comprendre comment M. Étard croit pouvoir attribuer à son amylène, qui bout à 35-38 degrés et qui fournit un iodhydrate bouillant à 125 degrés, le nom et la structure de l'isopropyléthylène. Il est évident que l'amylène de M. Étard n'est autre chose que le triméthyléthylène. C'est cet hydrocarbure, en effet, qui se forme toujours en quantité prépondérante par l'action du chlorure de zinc sur l'alcool amylique de fermentation, et sa formation prouve que la réaction principale présente dans ce cas, non-seulement une « simple déshydratation », comme le dit M. Étard, mais qu'il y a là en même temps une transposition moléculaire. Il faut bien admettre cela depuis que la nature de l'amylène du commerce est établie. Outre le triméthyléthylène, l'amylène de M. Étard pouvait contenir encore une certaine quantité du méthyléthyléthylène non symétrique, formé aux dépens de l'alcool amylique actif. L'insolubilité dans l'acide sulfurique dilué d'un demi-volume d'eau, que M. Étard attribue à son amylène, ne prouve pas que cela ne soit le triméthyléthylène, car on n'effectue la solution de ce dernier hydrocarbure qu'en le traitant soigneusement, tout en maintenant la température à zéro et en agitant fortement pendant au moins une demi-heure et non pendant « quelques minutes », comme l'a fait M. Étard.

» Il est à remarquer encore que le diamylène bout à 154-156 degrés et non à 165 degrés. »

ZOOLOGIE. — *Sur une forme rare de l'organe hépatique chez les Vers.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans la généralité des Vers, le foie, représenté par une couche cellulaire qui s'applique sur la paroi intestinale et la recouvre dans une étendue

plus ou moins considérable, semble différer profondément du même organe considéré chez les Mollusques, les Crustacés, etc.

» L'examen de certains types montre pourtant que cette distinction est loin d'être aussi absolue qu'on pourrait l'imaginer tout d'abord, et, dans quelques Annélides appartenant aux Hirudinées (Pontobdelles) ou aux Chétopodes (Aphrodites), la sécrétion biliaire tend à se localiser dans de petits cœcums insérés sur les bords du canal intestinal; mais ces exemples, coïncidant presque toujours avec des états particuliers du tube digestif, sont trop rares et trop imparfaits pour témoigner d'une véritable parenté morphologique avec les dispositions propres aux Invertébrés supérieurs. Celles-ci se retrouvent, au contraire, réalisées dans tous leurs caractères essentiels, chez un Helminthe que j'ai pu étudier récemment et dont l'observation est des plus instructives à cet égard.

» Ce Nématoïde, du groupe des *Agamonema*, Dies, vit enkysté dans les muscles de divers poissons et m'a été remis par M. H. Filhol, qui en a recueilli plusieurs exemplaires durant son séjour à l'île Campbell. Dans cette espèce, la région initiale ou œsophagienne du tube digestif est assez grêle et ne présente d'autres glandes que de petits follicules à contours irréguliers et renfermant un liquide visqueux, hyalin, parsemé de fines granulations grisâtres. L'intestin moyen, qui vient ensuite, est facilement reconnaissable à l'inégalité qui se manifeste entre son diamètre et celui de la portion précédente; cette différence tient moins à un accroissement notable dans le calibre du tube intestinal qu'au développement d'une masse extérieure brunâtre qui l'entoure et semble se confondre avec lui.

» Si l'on dilacère cette masse et qu'on l'observe avec un grossissement de $\frac{120}{1}$, puis de $\frac{350}{1}$, on constate qu'elle est formée de tissu glandulaire. Elle se compose en effet d'une multitude de culs-de-sac limités par une fine membrane qui s'épaissit légèrement à la périphérie; dans leur intérieur se montrent un grand nombre de granulations arrondies, brunâtres ou jaunâtres; l'absence d'éléments épithéliaux s'explique aisément par l'état de l'animal.

» La structure de l'organe rappelant, dans tous ses traits principaux, la constitution du foie des Crustacés et des Mollusques, ses rapports semblables à ceux qu'il affecte dans certains d'entre eux (Squilliens, etc.) obligent à le considérer comme une forme nouvelle pour les Vers et montrent que, si la plupart de ces animaux s'écartent à ce point de vue des autres Invertébrés, il en est cependant qui méritent d'en être rapprochés et possèdent comme eux une véritable glande hépatique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences démontrant que l'urée pure ne détermine jamais d'accidents convulsifs.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Bouillaud.

« Le rôle de l'urée dans les accidents dits *urémiques* est loin d'être nettement déterminé, parce que les résultats des injections d'urée sont contradictoires ; pour les uns, l'urée est absolument inoffensive, pour les autres elle amène des convulsions éclamptiques quand elle est introduite à haute dose dans le sang. C'est pour chercher la raison de la diversité des données expérimentales que nous avons voulu répéter nos essais sur l'urémie, déjà signalés dans la thèse de M. Challan (Strasbourg, 1865) et dans notre Mémoire sur l'ammoniémie (*Journal de M. Ch. Robin,* mai 1874). En nous fondant sur les résultats consignés dans ces publications, nous avions conclu à l'innocuité de l'urée en tant que cause des convulsions éclamptiques de l'urémie.

» De nouvelles séries d'expériences faites sur des lapins et des chiens avec de l'urée naturelle et artificielle, l'une et l'autre absolument pures, nous ont démontré péremptoirement que l'urée, en solution concentrée dans de l'eau distillée, dans les proportions de 5 à 7 grammes pour les lapins, de 15, 20 et 25 grammes pour des chiens de 7 à 12 kilogrammes, ne provoque jamais d'accidents convulsifs. L'urée injectée dans le sang s'élimine très-rapidement, comme le démontrent les analyses, par les selles, la salive et surtout par les urines ; la présence de l'urée en grande quantité dans l'organisme ne détermine pas d'augmentation de température. Les seuls signes observés ont été quelquefois des vomissements, plus ou moins de diarrhée et une polyurie relative.

» Le sang normal ne renferme donc pas de principes qui convertissent rapidement l'urée en sels ammoniacaux, car nous avons démontré dès 1874 (*Comptes rendus*, 1er semestre, page 859) que le carbonate d'ammoniaque introduit dans le sang détermine la mort avec convulsions éclamptiques à des doses de beaucoup inférieures aux quantités de ce sel qu'entraînerait le dédoublement des proportions d'urée injectées par nous dans les veines.

» Supposant que l'urée reste inoffensive, parce qu'elle s'élimine trop vite, nous avons lié sur six chiens les vaisseaux rénaux et nous avons injecté par la veine crurale à trois de ces animaux de 6 à 18 grammes d'urée pure. Ces six chiens ont tous présenté, à peu de chose près, les mêmes symptômes : ils ont vécu un temps suffisant, de 30 à 48 heures, pour avoir des attaques d'éclam-

psie; mais les convulsions ne se sont présentées ni plus tôt ni avec plus d'intensité chez les animaux qui avaient reçu de fortes quantités d'urée dans les veines que chez ceux auxquels nous avions simplement mis des ligatures sur les vaisseaux rénaux pour arrêter la sécrétion urinaire.

» Les analyses du sang, de la bile, des produits stomacaux et intestinaux démontrant dans ces différents liquides des quantités d'urée bien plus considérables chez les trois premiers chiens, nous voyons dans ce résultat une nouvelle preuve de la non-conversion rapide dans le sang de l'urée en produits ammoniacaux toxiques.

» Tout récemment, manquant d'urée préparée par nous, nous avons fait venir d'Allemagne de l'urée garantie très-pure. Cette substance présentait les réactions chimiques et les caractères physiques de l'urée pure. Essayée sur des lapins et des chiens, elle ne produisit aucun résultat à petites doses; injectée dans les veines à la dose de 5 à 7 grammes pour les lapins, de 15 à 25 grammes pour des chiens de différents poids, elle provoqua des accidents convulsifs analogues à ceux que l'on détermine par l'introduction dans le sang de petites doses de sels ammoniacaux.

» Une analyse plus détaillée de l'urée employée et d'autres échantillons de provenance allemande nous démontra que ces urées contenaient de faibles quantités de sels ammoniacaux (chlorures, sulfates), dus à un défaut de préparation. Cette impureté de l'urée se constate par l'addition de potasse qui donne à froid un dégagement d'ammoniaque et surtout par le réactif de Nessler, qui prend une coloration jaune ou brune suivant le degré d'impureté.

» *Conclusions.* — L'urée pure artificielle ou naturelle, injectée dans le système veineux à très-fortes doses, ne détermine jamais d'accidents convulsifs; elle est éliminée rapidement par les sécrétions.

» Il n'y a pas dans le sang normal de ferments qui convertissent l'urée en sels ammoniacaux; la rapidité de l'élimination ne peut être invoquée comme cause de cette non-conversion, car on peut, par la suppression de la sécrétion rénale, retarder l'élimination de l'urée sans hâter la survenance de l'éclampsie.

» Les urées qui à haute dose déterminent des convulsions sont toujours des urées impures qui renferment des sels ammoniacaux, dont la présence est facilement constatable par le réactif de Nessler. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Théorie de l'action des bactéridies dans le charbon.* Note de M. TOUSSAINT, présentée par M. Bouley.

« En appliquant à l'étude comparative des lésions que j'ai signalées chez les animaux d'espèces différentes les données qui ressortent des expériences communiquées à l'Académie, j'estime qu'il est possible d'en déduire une théorie générale de l'action des bactéridies introduites dans l'organisme, théorie qui peut se résumer ainsi :

» La maladie charbonneuse est due à l'existence d'un parasite qui vit et se reproduit dans le sang et les liquides des animaux vivants, qui agit par ses qualités physiques et par les substances qu'il sécrète ou excrète, ou dont il provoque la formation ; ces substances sont solubles et jouissent de propriétés inflammatoires, plus ou moins intenses suivant les animaux qui ont nourri les bactéridies. La différence d'activité de la matière phlogogène n'est pas encore expliquée ; il est possible qu'elle tienne aux propriétés particulières du sang des animaux chez lesquels le parasite se développe, mais quelques expériences inédites m'ont donné à penser qu'elles pourraient bien être dues au polymorphisme.

» Lorsque les bactéridies produisent une matière peu inflammatoire, elles agissent surtout par leurs propriétés physiques et causent la mort par l'oblitération des vaisseaux capillaires des organes essentiels : tel est le cas du lapin, du mouton, du cobaye où ces lésions se rencontrent presque exclusivement. A des propriétés phlogogènes plus intenses correspondent des lésions vasculaires d'un autre ordre : la rupture des vaisseaux capillaires et des épanchements sanguins plus ou moins considérables qui existent simultanément avec les oblitérations vasculaires, comme cela se voit quelquefois sur le mouton, toujours chez le cheval et l'âne. Enfin les propriétés inflammatoires peuvent dominer et la mort arriver avec un nombre relativement peu considérable de bactéridies ; les ruptures vasculaires acquièrent alors une extrême gravité, elles siégent surtout dans les parois du cœur chez le chien.

» Il me reste maintenant, pour compléter cette théorie, à étudier et à interpréter les lésions du système lymphatique. Voici les faits tels qu'ils se présentent dans les expériences. Il peut se présenter trois cas :

» 1° Le charbon a été transmis par *inoculation* à un animal qui meurt sans présenter de ruptures vasculaires.

» 2° Le charbon a été transmis à ce même animal *par injection* directe dans un vaisseau.

» 3° Le charbon a été transmis, soit par inoculation, soit par injection intra-vasculaire, à un animal qui présente dans le cours de la maladie des ruptures vasculaires plus ou moins nombreuses.

» Dans le premier cas, les recherches faites sur les ganglions frais ou durcis et au moyen de coupes ne montrent pas de bactéridies, excepté dans ceux qui se trouvent placés sur le trajet de lymphatiques venant du point inoculé, où elles se trouvent alors en nombre immense.

» Dans le deuxième cas, aucun ganglion ne présente de bactéridies dans les sinus; les seules qu'on y rencontre sont renfermés dans les vaisseaux sanguins des follicules.

» Dans le troisième cas, tous les ganglions situés sur le trajet des lymphatiques venant des points où siégent les ruptures vasculaires sont gorgés de bactéridies; les infiltrations avoisinant la rupture en montrent des monceaux formés de longs filaments enchevêtrés et les ganglions en possèdent dans leurs sinus en quantité d'autant plus considérable que la rupture est plus ancienne.

» Ces trois cas sont faciles à interpréter; en réalité, ils se réduisent à un seul. La manière d'agir des bactéridies est toujours la même. Prenons comme cas type le premier, celui de l'inoculation.

» Lorsqu'un animal a été inoculé, à partir de ce moment jusqu'à celui de la mort, il présente constamment des bactéridies dans l'un ou l'autre point de l'économie, non des bactéridies latentes à l'état de germe, mais entières, articulées, démontrables au microscope. On en trouve toujours dans le tissu conjonctif avoisinant le point inoculé et en nombre d'autant plus considérable que le moment de l'inoculation est plus éloigné de celui de l'examen. L'infiltration ou l'œdème qu'elles provoquent se propage dans la direction des lymphatiques qui les recueillent et les apportent au ganglion. Elles pénètrent dans cet organe comme le font toutes les substances solides finement pulvérisées, comme le minium injecté sous la peau, comme les poudres du tatouage; je les ai retrouvées en nombre assez considérable (environ 10 par champ du microscope) cinq heures après une inoculation faite à 2 centimètres d'un ganglion axillaire, dans la pulpe de ce ganglion. Arrivées dans un ganglion, elles se multiplient, provoquent une inflammation et le plus facile écoulement des substances renfermées dans les sinus lymphatiques; leur multiplication par allongement est aussi un mode de progression : elles sortent enfin par les vaisseaux efférents et arrivent au ganglion suivant ou bien dans les vaisseaux sanguins, où elles se multiplient rapidement et d'où elles ne sortent plus.

» A partir du moment où les bactéridies ont pénétré dans le sang (en recueillant le sang d'un lapin inoculé depuis $7^h 30^m$ par trois piqûres à la face interne de chaque bras, et en injectant 15 gouttes dans la jugulaire d'un autre lapin, j'ai amené la mort de ce dernier), les phénomènes se passent comme si l'on avait fait l'injection dans les vaisseaux, c'est-à-dire comme dans le deuxième cas, déduction faite des parasites constamment apportés par les ganglions premiers récepteurs.

» Enfin, dans les cas où les ruptures vasculaires surviennent après la pénétration des bactéridies dans le sang, chaque rupture laisse échapper un nombre plus ou moins considérable de bactéridies qui agissent alors comme de véritables inoculations profondes, auxquelles succèdent les mêmes désordres que pour l'inoculation sous-cutanée, c'est-à-dire infiltration, pénétration dans les ganglions et retour au sang. Mais les désordres, dans ces cas, sont tellement graves et nombreux que l'animal meurt avant que les embolies capillaires se soient formées.

» La connaissance de ces faits pourra jeter un certain jour sur le mode de pénétration des bactéridies dans le cas de charbon spontané ; elle permettra de déterminer en quel point de l'économie et par quelle voie les parasites s'introduisent. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux arcs-en-ciel de courbure opposée.* Note de M. Ch. Faraguet. (Extrait.)

« J'ai été témoin, hier lundi, 8 avril 1878, dans la cour de mon habitation sise à Agen, d'un phénomène météorologique qui m'a paru extraordinaire et dont la description pourra peut-être intéresser l'Académie.

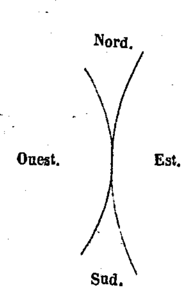
» Il était $4^h 30^m$ du soir. Le ciel était couvert de nuages légers, floconneux, un peu brouillés vers le zénith, mais très-clairs, surtout du côté de l'ouest, puisqu'ils n'arrêtaient pas la lumière du soleil. Le vent était au sud et assez fort.

» Presque au zénith, mais un peu vers l'ouest, se trouvait le point de contact de deux arcs-en-ciel tangentiels, de courbure opposée, dont l'un, du plus petit rayon, avait sa concavité tournée vers l'ouest, tandis que l'autre, d'une courbure moins prononcée, avait au contraire sa convexité opposée à l'ouest, en sorte qu'ils formaient un x à branche inégale.

» Les couleurs de ces deux arcs ainsi opposés étaient néanmoins disposées dans le même ordre, du rouge à l'ouest au violet à l'est, et se su-

perposaient très-exactement dans la partie tangentielle, où elles avaient par suite plus de vivacité que dans les branches séparées; elles étaient aussi un peu plus prononcées dans l'arc de l'ouest que dans celui de l'est.

» L'arc de l'ouest m'a paru avoir une amplitude d'à peu près 60 degrés; celui de l'est le dépassait sensiblement au nord et au sud.



» La Lune se montrait dans l'espace qu'aurait embrassé l'arc de l'ouest, s'il avait atteint une demi-circonférence; elle était au sud de son centre, dont elle était éloignée à peu près des trois quarts du rayon; la ligne des cornes était dirigée vers le centre du cercle.

» L'arc de l'est s'est effacé peu à peu en commençant par le nord et a disparu à $4^h 40^m$. L'arc de l'ouest s'est aussi éteint peu à peu et a cessé d'être visible à $4^h 50^m$.

M. Tommasi présente à l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, un nouveau système de relais qu'il destine principalement aux longues lignes sous-marines.

« Pour obtenir dans ces conditions d'application de bons résultats, il faut, comme on le sait, que le relais ait une très-grande sensibilité, qu'il puisse être impressionné instantanément sous l'influence de courants très-faibles et d'une durée excessivement courte et que ses mouvements soient nettement définis et très-rapides. Un galvanomètre ordinaire très-sensible ne résoudrait évidemment pas la question, en raison de sa lenteur d'action et de l'instabilité de son organe sensible, et, pour résoudre le problème, M. Tommasi a dû avoir recours à un électro-aimant d'une forme toute particulière.

» Cet électro-aimant a une certaine ressemblance avec celui que Faraday a employé pour son étude de la rotation des rayons polarisés sous

l'influence magnétique, seulement la traverse qui réunit les deux branches polaires opposées l'une à l'autre est recouverte, comme celles-ci, d'une hélice magnétisante, et c'est entre les pôles de cet électro-aimant que se trouve disposé le barreau magnétique destiné à réagir sur les contacts du relais. Ce barreau, ou plutôt ce système magnétique, car il y en a deux disposés parallèlement, est d'une très-faible masse et d'une très-petite longueur, qui ne doit pas dépasser le diamètre des extrémités polaires de l'électro-aimant; chacun des aimants pivote sur son centre et porte un petit taquet destiné à produire une secousse pour décoller les contacts et rendre plus prompts les mouvements du système. En temps normal, ces barreaux sont rappelés dans le plan de la ligne équatoriale de l'électro-aimant par un aimant fixe dont le pôle actif est en pointe; mais, quand le courant passe à travers l'électro-aimant, chacun des pôles de celui-ci agit sur le système magnétique à la fois par attraction et répulsion et tend à le faire dévier dans un sens ou dans l'autre suivant la direction du courant à travers l'électro-aimant; le système magnétique qui se trouve disposé entre les deux contacts du relais vient donc butter sur l'un ou l'autre de ces contacts, et fait fonctionner la pile locale destinée à animer le télégraphe mis en rapport avec les relais.

» Le relais fonctionne avec des courants renversés, et il a été combiné de manière à s'appliquer aux télégraphes Morse et aux télégraphes Hughes; il est si sensible qu'il peut être impressionné par le courant d'un couple voltaïque composé d'un fil de cuivre et d'un fil de zinc immergés dans de l'eau pure, lequel courant a traversé une planche de bois sec de 20 centimètres de longueur, ce qui suppose au circuit une résistance de plusieurs millions de kilomètres de fil télégraphique.

» Les expériences faites avec cet appareil au Bureau central des lignes télégraphiques, sur une ligne de 5000 kilomètres de longueur présentant 280 kilomètres de fils souterrains, ont montré qu'il pouvait faire fonctionner un télégraphe Morse avec un seul élément à sulfate de cuivre, et l'on est parvenu, avec le même système, à faire fonctionner un télégraphe Hughes entre Marseille et Alger avec une vitesse de transmission de 22 mots par minute et une pile de trois à quatre éléments Daniell. Aujourd'hui, grâce à un dispositif particulier qui permet de faire fonctionner les télégraphes Hughes avec des courants renversés, avec un seul contact au relais et une seule et même pile, on peut transmettre jusqu'à 33 mots par minute. »

M. Cornu adresse à l'Académie deux Planches relatives à la description du spectre solaire ultra-violet. L'une est un nouveau tirage corrigé et augmenté de la Planche qui comprend le violet extrême de la raie h' à la raie O, l'autre est la reproduction par la gravure sur cuivre de la partie du spectre qui s'étend au delà de la raie O jusqu'à la limite observable photographiquement.

Ces deux Planches complètent l'atlas d'Angström et fournissent les longueurs d'onde des raies sombres du spectre ultra-violet, ainsi que leur comparaison avec les raies brillantes des principaux métaux.

M. le Général Morin présente à l'Académie, de la part de M. le Président du Comité des fortifications, les feuilles XI de la belle carte en quinze feuilles publiée par le corps du Génie militaire.

M. Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *de Lesseps*, une carte de la province de Kordofan dressée sous la direction du major Proust.

M. Cros adresse, à l'occasion des expériences de M. Chevreul, une Note sur une observation de couleurs complémentaires. (Extrait.)

« J'étais dans une pièce du premier étage, où l'on avait fermé les persiennes pour éviter le soleil. Il faisait assez clair, à cause de la lumière réfléchie par le sol d'une terrasse. Sur la terrasse, il y avait une bordure de géraniums dont les fleurs rouges brillaient au soleil. Je regardais ces fleurs en m'avançant vers la fenêtre. Les barres gris clair des persiennes passaient avec une certaine vitesse entre mes regards et l'image des fleurs. Je constatai que les fleurs des géraniums, rouges quand j'étais immobile, devenaient vert-émeraude quand je marchais. »

M. Arnault adresse une Note sur la proportion des naissances des filles et des garçons.

La séance est levée à 5 heures et demie.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AVRIL 1878.

(SUITE.)

Sull'obbligo della istruzione elementare nel regno d'Italia. Roma, tip. Botta, 1878; in-8°.

Statistica della emigrazione all'estero anno 1876. Roma, typ. elzeviriana, nel Ministero delle Finanze, 1877; br. in-8°.

Navigazione nei porti del regno; Part. III, anno 1876. Roma, typ. elzev., nel Ministero delle Finanze, 1877; br. in-8°.

Bilanci comunali per gli anni 1875 *e* 1876. Roma, typ. Cenniniana, 1877; 1 vol. in-8°.

Riduzione dei clorati in cloruri senza l'intervento del preteso stato nascente dell' idrogeno (Parte seconda). Nota del Dr Tommasi. Milano, typ. Bernardoni, 1877; br. in-8.

Ricerche fisico-chimiche sui differenti stati allotropici dell'idrogeno. Nota del Dr D. Tommasi. Milano, typ. Bernardoni, 1877; br. in-8°.

Sull'azione della così detta forza catalitica spiegata secondo la teoria termodinamica. Nota del Dr D. Tommasi. Milano, typ. Bernardoni, 1878; br. in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; febbraio 1878. Palermo, typ. Lao, 1878; in-4°.

Estudios sobre los deformaciones, enfermedades y enemigos del arbol de cafe en Venezuela; por A. Ernst. Caracas, Imp. nacional, 1878; br. gr. in-8°.

Grammar of the fulde language, with an appendix of some original traditions and portions of Scripture translated into fulde, etc.; by Ch.-A.-L. Reichardt. London, 1876; in-8° relié.

Vocabulary of the fulde linguage; by Ch. A.-L. Reichardt. London, 1878; n-8° relié.

ERRATA.

(Séance du 1er avril 1878.)

Page 868, ligne 6 en remontant, *au lieu de* pour produire des plans, *lisez* pour produire des systèmes conjugués de plans.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 15 Avril 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 15.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 16 (22 Avril 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Deuxième Note sur la vision des couleurs;* par M. E. CHEVREUL.

§ I. — INTRODUCTION.

« Aussitôt que j'eus formulé les lois du *contraste simultané*, du *contraste successif* et du *contraste mixte des couleurs*, je pensai qu'on arriverait à une expression générale précise, qui ne permettrait plus de qualifier d'*accidentelles* des couleurs qui, désormais, se trouvaient subordonnées à des lois.

» Mes recherches étaient effectivement trop multipliées, trop variées et trop précises pour que je ne crusse pas que, dès leur origine, on ne s'empressât de les introduire dans la science; elles concernaient des faits trop communs, trop vulgaires, se reproduisant tous les jours sans exciter ni surprise ni étonnement et sans provoquer la moindre curiosité de la part des maîtres, de l'érudit, de l'interprète de Platon et d'Aristote et du philosophe : aussi, sauf quelques curieux, quelques industriels, elles ne tardèrent pas à subir l'*état latent;* et cependant ces couleurs sont partout, le

poëte les chante, le romancier les décrit avec complaisance dans la maison où se trouve les personnages qu'il met en scène. J'ai été témoin de l'étonnement produit par Quatremère de Quincy, le célèbre secrétaire de l'Académie des Beaux-Arts, lorsqu'il parla de la Torreutique, et lorsque plus tard on s'occupa de l'architecture polychrome, après les travaux du duc de Serra di Falco, de Zanth et d'Hittorf. Mais avant ces faits de l'antiquité, remis de nos jours en lumière par l'érudition, n'y avait-il pas dans la pratique des arts, par exemple en teinture, des faits semblables de couleur, où l'on teignait les étoffes en vert avec l'indigo et la gaude, en violet avec l'indigo et le kermès ou la cochenille? Les mêmes couleurs ne se faisaient-elles pas par des moyens analogues, dans l'enluminure, dans la peinture en bâtiment, aussi bien que dans la peinture qui a illustré les Raphaël, les Tintoret, les Véronèse et tant d'autres?

» Comme conclusion de ce qui précède, je suis fondé à dire qu'il arrive rarement que les phénomènes les plus vulgaires, les plus ordinaires, quand ils ne sont pas liés à des modes, à des enseignements, rapportent des honneurs, de la réputation ou de l'argent, et que les travaux sérieux dont ils ont été l'objet sont souvent comme non avenus; et l'exemple de l'étude *des contrastes de couleur et des faits nombreux qui s'y rattachent* ne sont-ils pas la cause de la Note que j'ai l'honneur de lire en ce moment à l'Académie?

» La vérité des choses m'oblige à dire que l'étude des faits multipliés, dont une explication précise a été donnée pour la première fois, par les lois des trois contrastes, n'a pas cessé de m'occuper depuis ma première publication, faite à l'Académie le 7 d'avril 1828, jusqu'à ce jour. Citons mes principales publications: la loi du *Contraste simultané des couleurs*, 1838; la *Théorie des effets optiques des Étoffes de soie*, en 1846, dont je n'oublierai jamais l'examen si bienveillant que mon excellent confrère, le général Piobert, voulut bien en faire; mes publications sur les travaux de Niepce de Saint-Victor, sur un *Moyen de définir et de nommer les couleurs* (1861), publié dans les *Mémoires de l'Académie*, t. XXXIII.

» Je citerai quelques faits qui sont dans la pratique et susceptibles de s'étendre à des arts fort différents : par exemple, que l'on veuille que des lettres, des dessins *blancs ou gris* sur des fonds colorés quelconques ne paraissent pas de la couleur complémentaire du fond. Il faut mêler *au blanc ou au gris* une quantité convenable de la couleur du fond, afin d'en neutraliser l'effet complémentaire. Tous ces exemples sont reproduits dans l'*Album du contraste des couleurs*, par l'habile industriel M. Eugène

Delicourt. Les deux premières éditions en sont malheureusement épuisées depuis longtemps. C'est l'auteur, si habile dans les arts du papier peint, qui a exécuté les exemples de contraste dont je me suis servi dans mes cours de Paris et dans ceux de Lyon, en 1842 et en 1843.

» Ce procédé, si simple, de neutraliser la couleur complémentaire que des lettres et des dessins, blancs ou gris, reçoivent des fonds de couleur, sur lesquels ils se détachent, je puis, en ce moment, en montrer un exemple remarquable à l'Académie, produit par l'art du tapissier des Gobelins, sous ma direction.

» La difficulté était de reproduire sur une tapisserie fond rose, avec de la soie, l'effet d'une guirlande de fils d'argent destinée à isoler les uns des autres des bouquets de dahlias.

» L'argent fut rejeté à cause de l'inconvénient qu'il a de noircir sous l'influence des vapeurs sulfureuses.

» En outre, un essai montra l'impossibilité de reproduire l'effet de l'argent avec de la soie blanche, mêlée de soie grise, à cause de la teinte verdâtre résultant du *vert*, couleur complémentaire du fond rose.

» C'est alors que je fus chargé de faire exécuter par un artiste tapissier des Gobelins, M. Deyrolle, trois échantillons d'un même modèle représentant des roses et deux *aster*.

» Les fleurs du n° 1, exécutées avec des soies blanches et grises, furent jugées du plus mauvais effet, à cause de leur *couleur verdâtre*.

» Le n° 2, représentant les mêmes fleurs exécutées avec des soies blanches des tons roses inférieurs en ton à la soie du fond et des tons roses rabattus, était incomparablement supérieur au n° 1.

» Le n° 3 réunit l'unanimité des suffrages, et Horace Vernet était au nombre des juges. Les roses avaient été exécutées avec des soies blanches et des tons roses, seulement le ton en était inférieur à celui du fond.

» Leclairc, le peintre en bâtiment si connu par l'organisation de ses ouvriers et par l'emploi du blanc de zinc à l'exclusion de la céruse, n'a jamais cessé de suivre ce procédé dans les enseignes qu'il faisait, lorsque les lettres devaient s'enlever en blanc sur des fonds de couleur.

» Je ne tardai point à croire, après ma conviction acquise de l'exactitude des trois lois du contraste des couleurs, que l'on parviendrait un jour à donner à la cause de ces phénomènes une généralité qu'ils n'avaient pas. Je crus que le progrès partirait de la science mathématique, mais mon espoir ne se réalisa pas. L'homme qui m'encouragea dans la recherche des lois du contraste, Ampère, fut le premier auquel je confiai la *loi du contraste*

simultané, le jour même de ma découverte; mais je ne pus le déterminer à s'occuper d'en découvrir la généralité. Je présume aujourd'hui que son extrême myopie l'en éloigna, sans qu'il se rendît compte de ce que cette disposition de l'œil a de contraire à la perception du contraste simultané: des lunettes sont indispensables même pour les apercevoir. Quant au célèbre géomètre Cauchy, auquel je m'adressai après la mort d'Ampère et avec lequel je n'ai eu que d'excellentes relations, je fus dans l'impossibilité de me faire comprendre; aujourd'hui j'en attribue la cause à ce qu'il ne s'était jamais senti le besoin de se livrer à l'expérience, et qu'il ignorait la disposition de l'esprit indispensable pour triompher de difficultés qui ne sont connues que de ceux qui ont quelque espoir de les surmonter.

§ II.

» Les expériences que j'ai soumises, il y a quinze jours, à l'Académie, et qui ont suivi de dix-huit mois environ la distinction expérimentale du *noir absolu d'avec le noir matériel*, m'ont conduit à examiner la lumière qui nous met en rapport avec les corps dont nous sommes entourés à un point de vue quelque peu différent de celui où je n'avais pas cessé de l'envisager; et c'est alors que mon ancienne pensée sur la généralité dont les contrastes seraient un jour l'objet s'est reproduite à mon souvenir; et aujourd'hui je ne doute plus que ces phénomènes ne se présentent sous une face nouvelle et qu'ils ne se rattachent à une cause plus élevée que les lois qui les régissent actuellement, mais je ne veux pas compromettre la vérité et je ne puis, fort de l'expérience, me passer de son flambeau. L'Académie voudra donc bien attendre de nouvelles Communications à ce sujet: aujourd'hui je me bornerai, dans ce qui va suivre, à quelques considérations à l'appui de ma nouvelle disposition à voir le passé, et je finirai cette Note en exposant des faits positifs bien réellement inattendus et de l'ordre de ceux que je lui ai communiqués il y a quinze jours.

§ III. — EXPLICATION DU DÉVELOPPEMENT DE LA COMPLÉMENTAIRE D'UNE COULEUR A SUR LA MOITIÉ BLANCHE D'UN CERCLE EN MOUVEMENT ROTATOIRE, L'AUTRE MOITIÉ ÉTANT TEINTE PAR LA COULEUR A.

» S'il est vrai que les expériences sur les disques rotatifs n'ajoutent rien à la notion précise des lois des trois contrastes, elles ont mis en évidence l'influence inégale des rayons colorés d'une lumière blanche frappant les yeux d'un observateur, après qu'il les a eus fixés un certain temps sur une couleur.

» Je demande à tous les esprits *impartiaux* s'il est possible de rejeter désormais des faits de vision de couleurs, contrôlés depuis plus de quarante ans au moins par des expériences précises?

» Si le contraste successif et le contraste mixte, tels qu'ils ont été exposés dès cette époque, ne sont pas complétement confirmés par les disques rotatifs dont l'Académie a été témoin il y a quinze jours, peut-on traiter d'*accidentels* les faits où une couleur occupant la moitié d'un cercle, limitée par une ligne diamétrale, fait voir sur l'autre moitié, qui ne réfléchit que de la lumière blanche, sa complémentaire? Et celle-ci est d'ailleurs en accord parfait avec ce qu'elle doit être d'après l'immortel auteur de l'*Optique*, avec les complémentaires données par le *polariscope d'Arago*, et avec les principes adoptés par Biot, Brewster, etc., et encore avec les faits si nombreux et si variés, puisés dans les arts qui parlent aux yeux et qui sont mentionnés dans le livre de la *Loi du contraste simultané des couleurs*, et la plupart figurés par l'habile industriel Eugène Delicourt dans son *Album du contraste*.

» Comment nier que la complémentaire d'une couleur A, qui occupe la moitié d'un cercle blanc, provient de la lumière blanche réfléchie par cette moitié, lorsque, en opérant avec le *noir absolu* comparativement avec le *noir matériel* qui réfléchit de la lumière blanche, comme toutes les surfaces matérielles colorées ou noires, quand les phénomènes cessent avec le *noir absolu*?

» Comment nier, après les expériences qui démontrent le *contraste successif* et le *contraste mixte*, ce que la Science connaît depuis plus de quarante ans, la prédisposition, que donne la vue d'une couleur A à la partie de la rétine où elle se peint, de voir dans le temps suivant la complémentaire de A, et comment ne pas expliquer par cette prédisposition, dans le temps qui suit la vue de la couleur, l'apparition de la complémentaire de cette même couleur? Le fait que la lumière blanche a bien plus d'activité par la complémentaire de A qu'elle n'en a par la couleur A, identique à celle de la moitié colorée, et le fait que la complémentaire vue dans le second temps se comportera à l'instar de la couleur A vue en premier lieu, et ainsi de suite, s'expliquent donc de la manière la plus naturelle.

» A l'appui de cette explication, citons l'expérience capitale que la disposition circulaire de la couleur A de la moitié du cercle rotatif autour de l'axe du mouvement, et de la moitié superficielle blanche circulaire à cette même couleur mise en mouvement autour de l'axe à l'instar du cercle qui est partagé par une ligne diamétrale, ne produit aucun effet comparable à l'effet de ce dernier, par la raison que, dans toute la durée du mouvement,

les mêmes parties de la rétine ne voient que de la couleur A ou du blanc, en raison de leur disposition circulaire.

» A mon sens, il y a, dans le fait capital d'une couleur occupant la moitié d'un cercle rotatif, prédisposant l'œil à voir dans un second temps sa complémentaire, un *fait simple* qui tôt ou tard conduira à rendre compte du *fait double* du contraste simultané de deux couleurs vues en repos.

» Ajoutons que, dans mon interprétation des faits, il n'y a rien d'*occulte*, rien qui ressemble à une *hallucination :* c'est simplement une inégalité d'activité dans les rayons de couleurs différentes, dont la résultante est le blanc pour un œil qui est à l'état normal.

§ IV. — SUR UN CERCLE ROTATIF, LE NOIR S'EST COMPORTÉ COMME UN BLEU VIOLET FONCÉ : IL DÉVELOPPE SUR LA MOITIÉ BLANCHE LA COULEUR JAUNE PLUS OU MOINS ORANGÉE.

» Je termine cette Note par des observations expérimentales faites depuis ma Communication du 8 d'avril dernier.

» J'ai eu plusieurs fois l'occasion de dire à l'Académie que les teinturiers du XVIIIe siècle, ceux des Gobelins entre autres, qualifiaient le *noir* de *bleu foncé* et le *bleu* de *noir clair*.

» Eh bien, l'expérience des disques rotatifs a justifié ce dicton. En faisant tourner des disques dont les moitiés, limitées par une ligne diamétrale, étaient l'une *noire* et l'autre *blanche*, les autres disques présentaient des moitiés *noire* et *grise*, des moitiés *grise* et *blanche*. J'ai opéré sur du gris de tons divers et de nuances diverses ; les résultats sont trop remarquables pour ne pas les donner avec quelques détails précis, en insistant sur ce que quatre séries d'expériences ont donné des résultats que je considère comme identiques.

Noir de fumée	Moitié.
Blanc	Moitié.

1.	Mouvement *rapide*	Gris uniforme, ton 10.
2.	» *ralenti*	Noir. Blanc prenant du *jaune* tirant sur le rouge, lequel croît du 1er ton au 7,5 et même au 8e ; le noir est certainement d'un bleu violet noir plus élevé que son norme.

» Mais l'expérience suivante est vraiment bien remarquable ; c'est le résultat obtenu avec le noir de fumée et le gris normal :

Noir de fumée	Moitié.
Gris normal, ton 10	Moitié.

1. Mouvement *rapide*.............	Donne le ton 13 du gris normal.
2. » *ralenti*...........	Donne le jaune-vert, 6ᵉ ton.

Preuve que le gris normal 10ᵉ ton se comporte comme du bleu avec le jaune développé par la gyration du noir et donne du jaune vert 6ᵉ ton non rabattu :

Le gris normal, ton 10..............................	Moitié.
Le blanc..................................	Moitié.

1. Mouvement *rapide*........	Gris uniforme, ton 6.
2. » *ralenti*........	Moire éclair jaune, ton abaissé à 4. Le blanc devient jaune, le gris pousse au violâtre. Les couleurs se séparent : le gris devient violâtre et le jaune, devenu 3 ton, produit avec lui un très-beau contraste.

Résultats qui donnent une généralité inespérée aux expériences de la première Note. Il me reste à examiner diverses sortes de noir, sous le rapport de la complémentaire jaune plus ou moins orangée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches relatives à l'action de l'acide oxalique desséché sur les alcools primaires, secondaires et tertiaires;* par MM. **A. Cahours** et **E. Demarçay.**

« Nous avons publié, M. Demarçay et moi, dans le tome LXXXIII de ces *Comptes rendus*, page 688, une Note concernant l'action réciproque de l'acide oxalique et des alcools primaires, dans laquelle nous avons également fait connaître la manière dont se comporte cet acide à l'égard de deux alcools isomères, l'un primaire, l'alcool propylique, l'autre secondaire, l'alcool isopropylique.

» Nous avons fait voir que si, avec ces deux alcools, les choses se passent d'une manière analogue en apparence, il se manifeste toutefois des différences notables lorsqu'on examine les choses comparativement : c'est ainsi qu'en faisant agir un poids déterminé d'acide oxalique sec sur des poids égaux de ces deux alcools, la proportion d'oxalate d'isopropyle formée est toujours inférieure à celle de l'oxalate de propyle. De l'acide oxalique agissant sur un mélange formé de poids égaux des deux alcools précédents fournit de grandes quantités d'oxalate de propyle et de faibles quantités d'oxalate d'isopropyle; cette réaction permet par conséquent de séparer

intacte la majeure partie de l'alcool isopropylique, la saponification de l'oxalate d'isopropyle, qu'il est facile de séparer de son isomère, fournissant le reste.

» Nous avons fait voir également dans cette Note que, dans l'action de l'acide oxalique desséché sur les alcools primaires et secondaires de la série grasse, la formation de l'oxalate était toujours accompagnée de celle du formiate correspondant, dont la proportion atteint son maximum lorsqu'on fait intervenir un excès d'acide oxalique.

» Pour compléter cette étude, nous avons cru devoir examiner l'action de l'acide oxalique sur le premier terme de cette série, l'alcool méthylique, qui, tout en retraçant fidèlement les propriétés des autres termes de la série, présente toutefois en certains points quelques différences, et en second lieu sur un terme assez éloigné dans cette même série, l'alcool octylique primaire, qu'on peut facilement obtenir aujourd'hui par la saponification de l'essence d'*Heracleum spondylium*.

» *Alcool méthylique.* — L'alcool méthylique et l'acide oxalique sec étant employés dans le rapport de 96 du premier pour 90 du second, ce qui correspond à 3 équivalents d'alcool pour 1 d'acide, proportions qui sont les plus favorables pour la production de l'oxalate, on a abandonné les deux substances au contact pendant quelques heures à 50 degrés, puis on a procédé à la distillation.

» De 70 à 135 degrés, rien de particulier ne se manifeste; il passe de l'alcool méthylique aqueux mélangé d'oxalate de méthyle. A 113 degrés, commence un dégagement gazeux qui reste faible et lent jusqu'à 135 degrés. A partir de cette température, il a augmenté très-rapidement. Le rapport entre le volume de l'oxyde de carbone et l'acide carbonique dégagés, restant sensiblement constant de 140 à 155 degrés, éprouve une légère variation entre 155 et 160 degrés. Les gaz, avant d'être recueillis, étaient lavés à l'eau distillée refroidie, dans laquelle nous pûmes constater la présence d'une très-petite quantité de formiate de méthyle. L'oxalate était recueilli dans un récipient refroidi qui précédait le flacon laveur.

» De 160 à 180 degrés, température à laquelle il ne reste plus rien dans la cornue, le thermomètre monte très-rapidement. Entre cette limite de température, il passe un reste d'oxalate de méthyle, ainsi que quelques gouttes d'un liquide qui donne de l'oxamide par son contact avec l'ammoniaque.

» Dans cette opération nous avons recueilli 84 grammes d'oxalate de méthyle parfaitement pur et des eaux mères renfermant une forte proportion de ce produit. De 135 à 150 degrés, le rapport entre les volumes d'oxyde

de carbone et d'acide carbonique a été de 1 à 2 et de 1 à 2,5, de 150 à 160 degrés.

» Nous avons fait une seconde expérience en faisant agir cette fois 64 grammes d'alcool sur 90 grammes d'acide, proportions qui, correspondant à 2 équivalents d'alcool pour 1 d'acide, sont plus favorables que les précédentes à la production du formiate. Cette opération, exécutée dans des conditions analogues à celle que nous venons de décrire, nous a donné des résultats parfaitement semblables. Comme précédemment, nous n'avons recueilli que des traces de formiate. Le rapport de l'oxyde de carbone à l'acide carbonique, dégagé de 135 à 150 degrés, a été de 1 à 1,3 et de 1 à 1,5, de 150 à 165 degrés. Nous avons recueilli un poids total de 92 grammes d'oxalate de méthyle. Quant à la proportion du formiate, elle n'a pas été plus considérable dans cette expérience que dans la précédente, encore bien que nous nous soyons placés dans de bien meilleures conditions pour sa formation.

» *Alcool octylique primaire.* — L'alcool octylique primaire extrait de l'essence d'*Heracleum* nous a fourni les résultats suivants dans son contact avec l'acide oxalique desséché.

» Un mélange de 7 grammes d'acide oxalique sec et de 20 grammes d'alcool, introduit dans une cornue bitubulée, fut soumis à l'action d'une chaleur progressive. Dès le commencement de l'expérience, de l'eau passe à la distillation, entraînant avec elle quelques gouttelettes d'alcool octylique. On n'observe aucun dégagement de gaz. A 290 degrés, il distille seulement quelques gouttes d'alcool dont la proportion n'augmente pas jusqu'à 295 degrés. Le contenu de la cornue étant pesé à cette température donne le poids de $21^{gr},5$. La théorie pour 7 grammes d'acide oxalique donnerait $24^{gr},4$ d'oxalate d'octyle. Le liquide contenu dans la cornue, qui, traité par l'ammoniaque, donne de grandes quantités d'oxamide, ne serait autre que cette substance dont elle présente toutes les réactions.

» A partir de 290 degrés, on observe un dégagement de gaz qui, très-faible à cette température, devient notable à 320 degrés. A partir de ce moment, le thermomètre monte lentement jusqu'à 340 degrés, époque à laquelle il ne reste plus dans la cornue qu'une petite quantité d'une substance noire.

» Le liquide condensé dans le récipient, ajouté à celui qui provenait d'une opération semblable, s'est divisé par fractionnement en deux parties principales, l'une bouillant entre 120 et 140 degrés, la seconde de 190 à 200 degrés. Ces deux produits, après avoir été soigneusement desséchés, ont

été soumis à de nouvelles rectifications. On a finalement obtenu deux portions présentant des caractères parfaitement nets : la première, bouillant de 120 à 125 degrés, présente la composition et les propriétés de l'octylène; la seconde, qui distille entre 195 et 197 degrés, ne serait autre que du formiate d'octyle. Ce dédoublement fort simple s'explique nettement au moyen de l'équation

$$\underbrace{C^4(C^{16}H^{17})^2O^8}_{\text{Oxalate d'octyle.}} = C^2O^4 + \underbrace{C^{16}H^{16}}_{\text{Octylène.}} + \underbrace{C^2H(C^{16}H^{17})O^4}_{\text{Formiate d'octyle.}}$$

» Nous nous sommes demandé si c'était là un fait isolé et si d'autres oxalates placés dans les mêmes conditions ne fourniraient pas des résultats analogues. A cet effet, nous avons cru devoir opérer sur l'éther oxalamylique. Or cet éther, maintenu pendant quelque temps à une température comprise entre 310 et 320 degrés, s'est dédoublé pareillement, du moins en partie, en acide carbonique amylène et formiate d'amyle.

» *Alcool octylique secondaire.* — Nous avons fait agir comparativement l'acide oxalique sur l'alcool octylique secondaire (méthylhexylcarbinol) obtenu par le procédé de M. Bouis. Un mélange de 25 grammes de cet alcool et de 8 grammes d'acide oxalique sec fut introduit dans une cornue et chauffé progressivement. La température s'élève peu à peu, et bientôt il se condense une petite quantité d'une matière huileuse formée d'alcool octylique inattaqué et d'un peu de formiate d'octyle surnageant un liquide aqueux très-acide. Cette couche se compose d'acide formique aqueux qui, transformé en formiate de plomb, a donné 7 grammes de ce sel, correspondant à plus de la moitié de l'acide oxalique employé. Il se dégage beaucoup de gaz, composé pour $\frac{1}{4}$ d'oxyde de carbone et pour $\frac{3}{4}$ d'acide carbonique.

» Ce qui reste dans la cornue étant soumis à la distillation fournit beaucoup d'alcool inattaqué; vers 300 degrés, il a passé une petite quantité d'un produit qui a présenté tous les caractères de l'oxalate d'octyle.

» Une seconde expérience, faite avec un mélange formé de 20 parties d'alcool octylique et de 14 d'acide oxalique, correspondant à 1 équivalent d'alcool pour 1 équivalent d'acide, nous a donné des résultats semblables aux précédents; toutefois nous n'avons pas vu se produire une plus forte proportion de formiate.

» Une troisième expérience, dans laquelle nous avons employé 20 grammes d'un second échantillon d'alcool caprylique d'une pureté parfaite,

pour 8 grammes d'acide oxalique sec, nous a donné une proportion un peu plus forte d'oxalate, soit environ $3^{gr},5$ à 4 grammes, que de nouvelles rectifications tendent à décomposer. La proportion de formiate de plomb que nous avons recueillie s'élevait à $7^{gr},8$, représentant $2^{gr},4$ d'acide formique, c'est-à-dire notablement plus de la moitié de celle qu'aurait dû fournir la proportion d'acide oxalique employé. Ces résultats, qui concordent parfaitement entre eux, sont tous différents, comme on le voit, de ceux que nous a fournis l'alcool primaire. Les différences sont bien plus tranchées qu'entre les alcools propylique et isopropylique, qui sont placés beaucoup plus bas dans la série des alcools de la première famille.

» Pour compléter cette étude, il était intéressant de rechercher de quelle manière les alcools tertiaires se comporteraient avec l'acide oxalique. Nos expériences ont porté sur le triméthylcarbinol, isomère de l'alcool butylique, et sur le diméthyléthylcarbinol, isomère de l'alcool amylique. Tous deux ayant fourni des résultats parfaitement semblables, nous avons pensé qu'il n'était pas nécessaire d'opérer sur d'autres alcools appartenant à ce groupe, leur manière d'être à l'égard de l'acide oxalique servant à caractérisernettement ce mode d'action.

» *Triméthylcarbinol.* — Un mélange de 40 grammes de ce corps et de 24 grammes d'acide oxalique sec introduit dans une cornue et chauffé doucement a commencé à laisser dégager des gaz vers 50 à 60 degrés. Ce dégagement, d'abord lent, s'accélère peu à peu et devient assez vif à 80 degrés. Ce gaz, après avoir passé à travers un vase fortement refroidi, vient barboter dans de l'eau distillée contenue dans un flacon laveur pour se rendre de là dans un vase renfermant du brome qui l'absorbe complétement. Dans le flacon refroidi s'étaient condensées quelques gouttes de triméthylcarbinol qui avaient échappé à la réaction; l'eau du flacon laveur en contenait aussi des traces.

» Le poids du produit bromé, débarrassé de l'excès du brome par la potasse, lavé et séché, s'élevait à 95 grammes, d'où nous avons extrait 52 grammes de bromure de butylène bouillant entre 153 et 155 degrés. Le reste, qui bouillait au-dessus de 200 degrés en se décomposant, consistait en un mélange de bromures bromés. Le vase dans lequel la réaction s'était accomplie renfermait de l'acide oxalique cristallisé, mêlé d'une trace d'un liquide huileux qui présentait les caractères du dibutylène.

» *Diméthyléthylcarbinol.* — Un mélange de 40 grammes de ce produit, qui est isomère de l'alcool amylique, et de 24 grammes d'acide oxalique desséché furent chauffés au bain-marie. La réaction commence à se produire,

comme pour le triméthylcarbinol, entre 50 et 60 degrés et devient assez vive vers 80 degrés. Il se condense dans le récipient, qu'on entoure d'un mélange de glace et de sel, de l'amylène, une petite quantité de carbinol inattaquée et des traces de diamylène. On n'observe aucun dégagement de gaz.

» La cornue renferme de l'acide oxalique cristallisé, mêlé d'une trace d'un liquide huileux, insoluble dans l'eau, dont l'odeur rappelle celle du diamylène.

» L'amylène obtenu dans cette réaction bout entre 35 et 38 degrés. Traité par le brome, il engendre un produit huileux pesant, mélange de bromure d'amylène et de produits bromés supérieurs.

» Dans cette opération comme dans la précédente, l'acide oxalique se dissout d'abord et se dépose ensuite en cristaux.

» L'action de l'acide oxalique sec sur les alcools tertiaires, qui consiste à les scinder en hydrocarbures et en eau qui s'unit à l'acide, établit une distinction des plus nettes entre ces composés et les alcools primaires et secondaires qui, dans ces circonstances, se transforment toujours en oxalates.

» On obtiendrait sans nul doute des résultats semblables aux précédents en faisant agir l'acide oxalique sur les produits désignés sous le nom de *pseudoalcools*, qui, suivant M. Wurtz, ne seraient autres que des alcools tertiaires. »

GÉOLOGIE. — *Profils géologiques de quelques massifs primitifs des Alpes;* par M. **Ch. Lory**.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie quelques profils géologiques de divers massifs primitifs des Alpes, ayant pour objet de faire ressortir l'unité de constitution de ces massifs et la disposition régulière des roches dont ils sont formés.

» La constitution des massifs primitifs des Alpes me paraît avoir été formulée de la manière la plus exacte par Cordier, dans des énoncés très-succincts, dont les conclusions auraient été sans doute plus généralement adoptées si les observations de cet éminent géologue avaient reçu une publication plus complète. Tous les faits que j'ai pu observer m'ont paru concorder pleinement avec ses appréciations.

» Ces données fondamentales peuvent être résumées en quelques mots :

» 1° Absence presque complète de granites massifs en filons, dykes ou amas transversaux, traversant les schistes cristallins : ils ne se montrent

qu'en gisements très-restreints, dont on peut faire abstraction dans l'étude de l'ensemble. Les grandes masses indiquées comme granites sont *stratiformes*, au moins en grand : elles alternent et se lient intimement avec des gneiss et autres roches décidément stratiformes; elles y sont intercalées en amas contemporains, et non en enclaves résultant d'injection ultérieure; considérées en grand, elles ne sont réellement que des gneiss granitoïdes.

» 2° Succession normale des gneiss, des micaschites et des talcschistes, se liant intimement entre eux, par des passages et des alternances, et contenant des amas concordants d'autres roches subordonnées. Le dernier de ces étages, très-développé dans les Alpes, doit être compris dans un sens très-large, admettant le remplacement du talc par des silicates du groupe des chlorites, par l'amphibole, etc. Il en résulte une grande variété de schistes, tantôt sans feldspath visible, d'autres fois feldspathiques et passant ainsi à des variétés spéciales de gneiss. La protogyne n'est elle-même qu'une roche granitoïde stratiforme, subordonnée à ces gneiss talqueux ou chloriteux, avec lesquels elle alterne et se lie insensiblement.

» Les massifs cristallins de la moitié occidentale des Alpes se répartissent en deux zones principales, qu'on pourrait appeler l'une la *zone du mont Blanc,* s'étendant des Alpes maritimes aux Alpes bernoises, et l'autre, la *zone du mont Rose,* bordant immédiatement la plaine italienne, depuis Saluces jusqu'au lac Majeur.

» Dans cette dernière zone, qui est de beaucoup la plus large, les schistes cristallins me paraissent être restés sensiblement horizontaux jusque après le dépôt des terrains secondaires représentés par le grand système des *schistes gris lustrés,* avec amas de gypse, que je considère comme triasique, et par les *calcaires du Briançonnais,* continuation des calcaires à fossiles liasiques du col des Encombres. Ils ont été disloqués avec ces terrains secondaires, et façonnés en massifs montagneux dont la structure rappelle, avec des dimensions beaucoup plus grandes, le type régulier des chaînes de ploiement du Jura.

» J'ai figuré un exemple très-net de cette stratification dans le massif du Simplon, dont j'ai eu l'avantage de faire une étude, en août dernier, de concert avec MM. Renevier, de Lausanne, et Heim, de Zurich, afin de déterminer la succession des roches qui seraient traversées par le tunnel projeté pour le chemin de fer d'Italie, de Brieg (Valais) à Iselle (Italie). Ce profil met en évidence la superposition et la disposition en demi-voûte régulière des gneiss, plus ou moins granitoïdes, formant les parois des gorges de la Diveria, des micaschistes, avec alternances de calcaire cipolin

au col du Simplon, et de l'étage supérieur composé surtout de schistes chloriteux, avec alternances de schistes amphiboliques dans les cimes du Monte-Leone, etc., et sur le versant nord-ouest de la chaîne.

» Dans la zone du mont Blanc, la structure des massifs alpins paraît au premier abord moins régulière, parce que les schistes cristallins y ont subi des dislocations multiples, d'époques diverses. Ils sont, en général, très-fortement redressés et ont été recouverts, sur leurs tranches, par des dépôts minces et discontinus de trias, puis par une nappe générale de lias et autres étages jurassiques inférieurs. Au contraire, les grès houillers sont, le plus souvent, en stratification parallèle à celle des schistes cristallins. On peut en conclure que le principal redressement de ceux-ci, dans cette zone, a eu lieu entre la période du grès houiller et celle du trias.

» Les mouvements survenus plus tard, après le dépôt du lias, paraissent pouvoir se résumer en un exhaussement général de cette zone, suivi de la dislocation du soubassement des roches anciennes par des failles, et de l'affaissement de la couverture de terrains secondaires dans les dépressions ainsi produites, où leurs couches flexibles sont venues s'entasser en se plissant de la manière la plus compliquée. Les parties du sol primitif, restées ou devenues ainsi les plus saillantes, constituent aujourd'hui les massifs cristallins de cette zone. Mais chacun de ces massifs, isolés entre de profondes dépressions, telles que la vallée de Chamonix ou celle de l'Oisans, et entourés d'une ceinture de terrain jurassique affaissé dans leurs intervalles, ne représente, dans la plupart des cas, qu'un fragment d'une des chaînes primitives, disloquées par les failles plus récentes. Il faut pouvoir faire abstraction de ces failles, de manière à reconstituer le relief du sol primitif, tel qu'il était antérieurement; et l'on retrouve alors une régularité analogue à celle des massifs de la zone du mont Rose.

» Le massif du Pelvoux, auquel se rapporte un de nos profils, est celui qui représente encore le mieux, dans son ensemble, une grande voûte rompue. Sa partie centrale est occupée par des gneiss granitoïdes verticaux, flanqués de gneiss très-micacés et de micaschistes. L'enceinte du cirque est formée, à l'ouest, par des schistes chloriteux, parfois amphiboliques, verticaux; à l'est, par la haute crête qui comprend les principales sommités, et qui est composée de gneiss chloriteux et de grandes assises de protogyne, plongeant uniformément vers l'extérieur du massif. La protogyne est ainsi rejetée tout entière dans l'écorce orientale du massif, et ne se présente que comme une roche subordonnée, dépendant de l'étage des talcschistes.

» Un autre profil, traversant, à l'est de Grenoble, la chaîne des Alpes occidentales et le massif des Grandes-Rousses, en Oisans, montre que ces deux massifs, séparés par la profonde dépression de la vallée de l'Oisans, ne sont, en réalité, que les deux versants disloqués d'une voûte rompue d'une même chaîne de ploiement, découpée plus tard par des failles postérieures au dépôt du lias.

» De même aussi, à l'extrémité nord de la même chaîne des Alpes occidentales, les deux massifs du Brévent et du mont Blanc ne sont séparés l'un de l'autre que par les failles qui ont déterminé l'affaissement du lias dans l'emplacement actuel de la vallée de Chamonix. Ces deux massifs, comme l'a très-bien indiqué Cordier, ne sont que deux parties d'un même ensemble; ce sont deux portions d'une grande chaîne de ploiement, qui était probablement le prolongement de celle des Alpes occidentales. A la partie centrale de cet ancien relief appartient le Brévent, formé de gneiss et de micaschistes, tandis que le mont Blanc, comme la grande crête orientale du massif du Pelvoux, est formé par l'étage supérieur, par les talcschistes et la protogyne, qui leur est subordonnée. Le mont Blanc n'est donc point comparable à une voûte centrale de soulèvement : il n'est que le flanc oriental d'une ancienne chaîne, dont le flanc occidental a disparu complétement sous une épaisse couverture de terrains secondaires. Il ne me paraît même pas impossible que le mont Blanc soit formé par un repli concave, en forme de V très-aigu, de l'étage supérieur des schistes cristallins (talcschistes et protogyne), s'appuyant, à l'ouest, sur les étages inférieurs qui forment le Brévent, et redressé, à l'est, contre une grande faille qui est, comme je l'ai démontré, un des traits les plus fondamentaux de la structure de cette partie des Alpes, et à l'autre bord de laquelle appartient le gneiss talqueux du mont Chétif. Si rien ne s'oppose à cette conception théorique, la structure *en éventail* du mont Blanc se trouverait par là tout expliquée. On n'aurait pas besoin alors de recourir à l'explication que j'en avais proposée, en considérant les pressions latérales qui ont dû s'exercer contre les bases de ce massif culminant, tandis que ses parties supérieures n'en étaient pas affectées : explication que je crois, du reste, applicable à de nombreux cas, lors même qu'elle ne le serait pas à celui du mont Blanc. »

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur un Mémoire* de M. Pereira Pinheiro, *premier lieutenant de la Marine brésilienne,* intitulé : « *Memoria sobre o sondographo* »; par M. le général **Morin**, rapporteur.

« Dans sa Notice sur le sondographe de son invention, M. Pereira Pinheiro fait d'abord connaître les circonstances qui l'ont engagé à rechercher un appareil d'un usage plus prompt, susceptible de fournir des indications plus complètes que la sonde ordinaire, dont les marins font usage. Attaché à une Commission hydrographique, chargée d'étudier le régime des eaux des fleuves du sud de l'Empire et celui du Prata, il avait été, comme tous ceux qui naviguent sur ces fleuves torrentueux, frappé des difficultés qui résultent du mouvement continuel de leur fond et des atterrissements variables produits par la rapidité des courants.

» Après avoir étudié péniblement, la sonde à la main, l'état du lit des nombreux canaux qui se partagent ces eaux, M. Pinheiro s'attacha à la recherche d'un instrument qui lui permît de faire la reconnaissance plus exacte, plus complète des bancs et des atterrissements, qui, trop souvent, forment des barres difficiles à franchir et dangereuses pour les bateaux à vapeur, dans ces fonds sablonneux ou limoneux.

» L'appareil qu'il a imaginé à cet effet n'est donc pas destiné à la reconnaissance des fonds rocheux, brusquement accidentés, que présentent les abords des côtes, mais seulement ceux dont les formes plus ou moins ondulées permettent d'obtenir des indications continues.

» Après avoir indiqué ainsi les conditions limitées auxquelles l'instrument doit satisfaire, il nous est facile d'en faire comprendre en peu de mots la disposition.

» Il se compose de deux parties principales : l'une appelée *indicateur*, qui fait connaître les dénivellations du fond ; l'autre nommée *enregistreur*, qui en fournit un tracé graphique.

» L'indicateur est formé par une tige en bois, munie à son extrémité inférieure d'un galet creux, qui roule sur le fond et peut en recueillir des fragments, pour permettre d'en reconnaître la composition géologique.

» Cette tige est articulée à son extrémité supérieure autour d'un axe horizontal, qui porte un arc gradué destiné à faire connaître les diverses inclinaisons qu'elle prend pour des dénivellations donnés du fond, lesquelles dépendent des sinus verses de ces angles.

» Sur le même axe est une roue dentée, qui, par un pignon et un excentrique, communique un mouvement rectiligne à un style, lequel trace sur une bande de papier mise en mouvement par un moteur chronométrique une courbe continue, qui donne ainsi la relation graphique des dénivellations du fond et des temps de la marche.

» Comme on a, par les observations facilitées par des mesures ou par un jalonnage direct des rives, la loi de la marche du navire, il est facile de déduire du tracé obtenu la relation des dénivellations du fond et des longueurs correspondantes.

» Ce genre d'observations est analogue à celui que l'on a employé pour les expériences dynamométriques sur les canaux ou sur les chemins de fer.

» On voit, par cette description succincte, que le sondographe de M. Pereira Pinheiro peut être très-utilement employé à l'étude hydrographique des fleuves, des atterrissements et des barres qui se forment sur leurs cours et à leur embouchure.

» Les résultats des expériences exécutées en présence de S. M. l'Empereur Don Pedro, de S. Exc. le Ministre de la Marine, M. Antonio-Pereira Franco, et de plusieurs officiers de la Marine brésilienne ont confirmé les espérances fondées sur l'usage de cet ingénieux instrument, que nous avons cru utile de faire connaître aux ingénieurs qui s'occupent de l'hydrographie des fleuves.

» En conséquence, on propose à l'Académie d'adresser ses remercîments à son illustre Associé S. M. Don Pedro II, pour la Communication qu'Elle lui a faite de l'intéressant Mémoire de M. le Lieutenant de la Marine brésilienne Pereira Pinheiro, et de faire parvenir à cet officier une expédition de ce Rapport. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Influence des termes proportionnels au carré des écarts, dans le mouvement oscillatoire de la balance de torsion.* Note de MM. **A. Cornu** et **J.-B. Baille.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le levier de la balance de torsion est soumis, pendant ses oscillations, à un système de forces dont le moment est une fonction $\varphi(\omega_0 + \omega)$ déve-

loppable par la formule de Taylor, suivant les puissances croissantes de l'angle ω que fait, à l'instant t, le levier avec sa position d'équilibre ω_0. L'équation différentielle du mouvement, en y comprenant le moment de résistance du milieu, et remarquant que $\varphi(\omega_0) = 0$, est évidemment

$$\mu \frac{d^2\omega}{dt^2} = -\mathrm{H}\frac{d\omega}{dt} + \omega\,\varphi'(\omega_0) + \frac{\omega^2}{1.2}\varphi''(\omega_0) + \frac{\omega^3}{1.2.3}\varphi'''(\omega_0) + \ldots$$

» Si les oscillations sont infiniment petites, on peut négliger dans le développement les termes contenant les puissances de ω supérieures à la première : l'équation se réduit alors à l'équation linéaire et à coefficients constants que nous avons étudiée en détail (p. 573), dans le cas où le levier n'était soumis qu'au couple de torsion, rigoureusement proportionnel à l'écart et à la résistance du milieu.

» Or, pratiquement, on ne peut pas observer d'oscillations infiniment petites; on est donc obligé, non-seulement pour la facilité des mesures, mais encore pour l'élimination des perturbations accidentelles, d'adopter des amplitudes d'une certaine étendue. A quelle condition peut-on reconnaître que les oscillations sont assez petites pour que la loi du mouvement ne dépende que de la première puissance de l'écart et non des puissances supérieures? Telle est la question qui se présente inévitablement dans toutes les mesures précises fondées sur l'emploi des oscillations.

» Si la fonction φ était suffisamment définie, on pourrait déterminer à l'avance, en vue d'une approximation donnée, l'amplitude limite des oscillations; mais, en général, l'intervention de forces perturbatrices, agissant suivant des lois inconnues, rend illusoire la connaissance approchée de cette fonction et empêche de fixer *a priori* cette limite d'amplitude.

» Nous allons montrer que, dans ces circonstances, l'observation elle-même révèle l'existence de la perturbation et donne la mesure de son effet.

» L'analyse des conditions expérimentales montre aisément que l'influence des termes contenant les puissances impaires de l'écart est moins grave que celle des puissances paires, par suite des compensations qu'amène leur changement de signe de part et d'autre de la position d'équilibre.

» Quant aux puissances paires, qui ne changent pas de signe, leur influence est à redouter, à cause des erreurs systématiques qu'elles entraînent inévitablement. Nous nous bornerons ici à examiner l'influence du pre-

mier des termes d'ordre pair, du terme en ω^2, qui, dans la plupart des cas, jouera le rôle prédominant. Mais la méthode que nous avons employée dans cette étude est générale et s'appliquerait à un terme isolé ou à un ensemble d'ordre quelconque. L'équation différentielle du mouvement se réduit à la forme

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + h\frac{d\omega}{dt} + s\omega = w\omega^2.$$

» La valeur du coefficient w est, comme celle des deux autres h et s, inconnue *a priori* : on sait toutefois qu'elle est très-petite, puisque le terme $w\omega^2$ représente une perturbation.

» Cette équation s'intègre par approximations successives. Dans le cas actuel, l'intégrale est déjà assez complexe; mais elle se simplifie beaucoup si l'on néglige le carré h^2 du coefficient de la résistance de l'air dans le terme de correction; elle devient alors

$$\omega = A e^{-\alpha t}\sin 2\pi\frac{t-t_0}{T} + \frac{w A^2 e^{-2\alpha t}}{3s}\left[1 + \cos^2 2\pi\frac{t-t_0}{T}\right],$$

avec $\alpha = \frac{h}{2}$; $\frac{2\pi}{T} = \sqrt{s-\alpha^2}$.

» Le mouvement troublé peut donc être considéré comme la superposition de deux mouvements : le premier est l'oscillation à amplitudes décroissantes, déjà étudiée (p. 573), autour d'une position d'équilibre $\omega = 0$; le second est le déplacement périodique de cette position d'équilibre considérée comme mobile par le fait de la perturbation. La période de ce déplacement est en réalité la moitié de celle du premier mouvement, de sorte qu'à chaque demi-oscillation l'effet de la perturbation redevient sensiblement le même; le minimum et le maximum de la parenthèse sont respectivement 1 et 2 : ils correspondent à très-peu près aux époques des élongations et à celles du milieu de l'oscillation.

» La discussion de cette formule conduit aisément aux conclusions suivantes, qui répondent à la question posée au début :

» 1° *Dans les mouvements oscillatoires produits sous l'influence de forces proportionnelles aux écarts avec la position d'équilibre et d'une résistance proportionnelle à la vitesse, l'influence de forces perturbatrices proportionnelles aux carrés des écarts se révèle, dans les grandes amplitudes, par les caractères suivants :*

» *La position moyenne* ω_1, *déduite de l'observation des élongations* (1), *ne*

(1) C'est le point de l'oscillation qui partage la distance de deux élongations successives

coïncide pas avec la position moyenne ω_2, *déduite des observations de temps dans le voisinage du milieu de l'oscillation* (¹), *comme cela a lieu lorsque la perturbation est négligeable.*

» 2° *Ni l'une ni l'autre de ces positions moyennes* ω_1, ω_2 *ne représente la position d'équilibre, c'est-à-dire celle que prendrait le corps oscillant au repos sous l'influence des mêmes forces : l'une* ω_1 *est en erreur de* $\frac{w A^2 e^{-2\alpha t}}{3s}$, *l'autre* ω_2 *d'une quantité double. La différence* $\omega_2 - \omega_1$ *donne donc la mesure de l'erreur.*

» 3° *On obtient la position réelle d'équilibre* ω_0 *en prenant la position symétrique de* ω_2 *par rapport à* ω_1.

» 4° *La valeur de la période d'oscillation déduite des observations de temps, soit aux élongations, soit dans le voisinage du milieu de l'oscillation, est la même; elle n'est pas sensiblement altérée par la grandeur des amplitudes.*

» C'est dans nos recherches sur la densité moyenne de la Terre que nous avons été conduits à ces résultats, dont l'importance et la généralité n'échapperont à personne. Grâce aux dispositions nouvelles de nos appareils, si favorables à la précision des mesures, en particulier à l'enregistrement électrique de la loi du mouvement du levier, nous avons pu vérifier directement ces résultats en introduisant des forces auxiliaires qui exagéraient l'influence des termes d'ordre supérieur (série des boules de fer); mais les limites imposées à cette Note ne nous permettent de donner aujourd'hui aucun résultat numérique à ce sujet. »

PHYSIQUE. — *Sur le givre produit par capillarité et évaporation, à propos d'une Communication récente de M.* Tanret. Note de M. C. **Decharme.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note récente sur un hydrate d'éther (²), M. Tanret parle, comme d'un fait nouveau, de la production du givre par l'évaporation de l'éther sur du papier à filtre. L'auteur a analysé ce givre et admet que c'est un hydrate d'éther.

» Dans plusieurs Communications que j'ai eu l'honneur d'adresser à

---

dans le rapport de 1 à z, z étant la raison de la progression géométrique décroissante des amplitudes (p. 572), laquelle n'est pas sensiblement altérée par la perturbation actuelle.

(¹) C'est le point de l'oscillation auquel trois passages successifs ont lieu à des intervalles égaux.

(²) *Comptes rendus*, séance du 25 mars dernier (p. 76 de ce volume).

l'Académie, en 1873, sur les *effets frigorifiques produits par la capillarité jointe à l'évaporation* (1), j'ai signalé la formation du givre sur les papiers spongieux ou autre substance poreuse, dont l'extrémité inférieure plongeait dans le sulfure de carbone, dans des éthers ou dans divers autres liquides très-volatils.

» Après avoir décrit le mode de formation de ce givre, provenant de la vapeur d'eau atmosphérique, j'ai constaté qu'en le produisant sur un thermomètre très-sensible il en abaissait la température parfois jusqu'à — 17 degrés, mais qu'il fondait toujours à zéro, quel que fût le liquide volatil déterminant les arborisations glacées, pourvu qu'on laissât à ce liquide (visible au microscope sur les arborescences, de la base au sommet) le temps de s'évaporer complétement; d'où il suit que ce givre serait de nature purement aqueuse (2).

» Si le givre produit par l'éther, dans les conditions précitées, constitue un hydrate (qui serait toutefois d'une grande instabilité), il faudra admettre probablement autant d'hydrates particuliers pour chacun des nombreux liquides volatils sur lesquels j'ai expérimenté, ou que j'ai signalés comme produisant des effets analogues : ce qui est au moins contestable. En tout cas, je crois avoir été le premier à signaler la production de ce givre par capillarité et évaporation. »

M. H. Gaiffe soumet au jugement de l'Académie une « romaine manométrique de sûreté », pour les machines à vapeur fixes et les locomotives.

L'appareil, monté sur pivots d'acier trempé, est mis en rapport avec un piston ayant 10 millimètres carrés de surface. Il a été expérimenté avec des curseurs de poids connus et variables : on a pu constater qu'il indique avec précision la pression dans la chaudière. Il a l'avantage de pouvoir être contrôlé par l'administration, comme le sont les poids et mesures, avantages que ne présente pas le manomètre de Bourdon.

A la romaine est annexé un sifflet d'alarme, communiquant avec une boîte à soupape, par une bielle graduée comme le cadran de la romaine.

(Commissaires : MM. Desains, Rolland, Tresca.)

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, 3 et 17 novembre 1873, p. 998 et 1157. — *Ibid.*, 9 mars 1874, p. 696.

(2) A l'appui de cette conclusion, j'ai apporté d'autres preuves de diverses sortes, décrites dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. III, p. 417; octobre 1874.

MM. **Favre** et **Valson** adressent un Mémoire contenant l'ensemble de leurs recherches sur la dissociation cristalline.

(Commissaires : MM. Dumas, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Debray.)

M. **P. Boone**, M. **Ramel**, M. **Forgerie**, M. **Ch. Roux** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « Un Cours d'Analyse infinitésimale », de M. *Ph. Gilbert*, et diverses brochures mathématiques du même auteur ;

2° Des « Remarques au sujet de la faune des îles Saint-Paul et Amsterdam (Océan Indien), suivies d'une description des Mollusques testacés de ces deux îles », par M. *Ch. Vélain*.

La **Société des Gens de Lettres** de France informe l'Académie qu'elle a pris l'initiative d'un Congrès littéraire international, qui se tiendra à Paris pendant l'Exposition universelle.

Le **Bureau nautique-météorologique**, en voie d'organisation à Stockholm, sollicite la faveur d'entrer en relation avec l'Académie, par un échange de publications.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Dumas** communique à l'Académie une lettre par laquelle M. *N. Lockyer* fait savoir que MM. Ismay, Imrie et C°, propriétaires de la ligne de steamers *White Star* entre l'Angleterre et l'Amérique, offrent de transporter chacun des astronomes français qui ont l'intention d'observer la prochaine éclipse en Amérique, moyennant la somme de 20 livres sterling, aller et retour, somme qui est moindre que le prix d'un seul voyage.

M. **H. Sainte-Claire Deville** donne connaissance à l'Académie d'une Lettre par laquelle M. *André* lui apprend que les missionnaires du Ministère

de l'Instruction publique et de la Commission académique, pour l'observation du passage de Mercure à Ogden, territoire d'Utah, sont arrivés heureusement au terme de leur voyage.

Après avoir été traités avec une très-grande libéralité par la Compagnie française transatlantique, ils ont obtenu à New-York l'entrée, en franchise de droits, de tous leurs instruments, le libre parcours sur tous les chemins de fer qui devaient les amener à Ogden et qui doivent les ramener à New-York.

Enfin le gouvernement de Washington a mis à leur disposition l'Observatoire presque achevé d'Ogden, muni d'une salle méridienne et d'une coupole, en prescrivant qu'on leur fournisse gratuitement tous les objets dont ils peuvent avoir besoin pour leurs observations.

Un fil télégraphique, de Washington à Ogden, leur donnera l'heure toutes les fois qu'ils la réclameront; enfin les instruments photographiques qui ont servi à l'expédition américaine de Vénus leur ont été confiés par l'observatoire de Washington, afin qu'ils puissent les comparer à ceux qu'ils ont emportés eux-mêmes.

Il suffit de publier tous ces détails pour que la gratitude de tous les savants soit acquise à de pareils actes de confraternité scientifique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (186), *faites à l'équatorial du jardin de l'Observatoire de Paris,* par MM. **Paul** et **Prosper Henry**; communiquées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	log (par. × Δ)	Distance polaire.	log (par. × Δ)	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Avril 6	9 39 36	12 45 15,56	— ($\bar{1}$,313)	94 39 1,6	— (0,850)	*a*
7	10 6 25	12 44 7,51	— ($\bar{1}$,195)	94 37 25,7	— (0,852)	*a*
11	12 9 12	12 39 38,15	+ ($\bar{2}$,931)	94 31 19,5	— (0,853)	*b*

Positions des étoiles de comparaison pour 1878,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
a 707 Weisse, H. XII	12 42 51,05	+ 2,66	94 46 36,9	+ 18,6
b 634 » H. XII	12 38 44,06	+ 2,68	94 36 10,0	+ 18,6

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des protubérances solaires, pendant le premier trimestre de* 1878. Lettre du P. **Tacchini** à M. le Président.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques résultats des observations solaires que j'ai faites pendant le premier trimestre de 1878. Le nombre des jours d'observation a été seulement de 42 ; les taches ont été très-rares et très-peu étendues ; dans l'intervalle compris entre le 10 février et le 2 mars, nous n'avons observé aucune tache ni trous ; au contraire, la granulation a été splendide. Pour donner une idée de la diminution du phénomène, nous indiquons ci-après, par trimestre, la fréquence des taches, des jours sans taches et des groupes, déduite de nos observations depuis janvier 1877 jusqu'au mois de mars 1878.

	Fréquence		
	des taches.	des jours sans taches.	des groupes.
1877. 1er trimestre	6,75	0,34	1,50
2e »	6,02	0,21	1,19
3e »	3,62	0,45	0,69
4e »	2,66	0,59	0,50
1878. 1er »	2,50	0,60	0,51

» Le nombre des taches a donc toujours diminué, tandis que celui des jours sans taches présente un maximum au commencement de cette année. Le minimum des taches solaires semble donc jusqu'ici tomber, non pas en 1877, mais en 1878. En avril, jusqu'à ce matin, les taches ont même fait toujours défaut.

» Quant aux protubérances solaires, le nombre en a été également très-petit : il est, en moyenne, de 2,1 par jour, avec une hauteur d'une demi-minute ; elles occupent seulement 3°,5 du bord solaire. La distribution des protubérances, par latitude héliocentrique, est la suivante :

Latitude		Nombre des protubérances.
+90	+60	6
+60	+30	23
+30	0	5
0	−30	8
−30	−60	22
−60	−90	3

Les protubérances s'étendent donc sur une large zone, mais avec cette particularité des deux maxima caractéristiques en dehors des zones royales des taches, c'est-à-dire entre les parallèles de 30 et 60 degrés dans les deux hémisphères. La plus grande partie des protubérances avait un faible éclat; c'est la structure nébuleuse qui était dominante. Pas d'éruptions métalliques isolées : une fois seulement, le 2 mars, nous avons observé un spectre métallique assez limité, à l'endroit de certaines langues très-vives, chromosphériques, qui annonçaient l'arrivée d'un groupe de facules avec une petite tache, visibles le jour suivant.

» On pourrait se demander si le minimum d'activité solaire correspond au minimum des taches; pour répondre à cette question, il est nécessaire d'exécuter encore d'autres observations spectroscopiques du bord solaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de Mercure, faites à la fin du siècle dernier par* Vidal, *à Mirepoix.* Note de M. G. **Bigourdan.**

« Dans le calcul de ses *Tables de Mercure,* M. Le Verrier n'a employé, avec les passages sur le Soleil, que des observations méridiennes faites après 1800. Il était dès lors intéressant de savoir comment ces Tables représentent les observations antérieures, et c'est pour cela que j'en ai réduit un certain nombre.

» Les observations de Mercure ne devinrent un peu nombreuses qu'à la fin du siècle dernier; Lalande, qui en avait besoin pour ses Tables, les recommandait à ses correspondants, et sous son impulsion divers astronomes s'attachèrent à observer cette planète si difficile à voir. Le plus célèbre d'entre eux fut Vidal, qui est resté jusqu'ici le plus heureux observateur de Mercure. Il résida successivement à Mirepoix, dans l'Ariége, et à Toulouse, dont il dirigea l'Observatoire pendant quelques années; à ce dernier titre, ses observations avaient pour moi de l'intérêt; celles qu'il a faites de Mercure sont d'ailleurs très-propres à mettre en évidence les erreurs des Tables, parce qu'il voyait cette planète presque tous les jours et l'observait souvent pendant la durée d'une même révolution. Aussi les observations que j'ai comparées aux Tables ont été choisies parmi celles de Vidal.

» C'est en 1798 que ce célèbre *Hermophile,* comme l'appelait Lalande, a le plus observé Mercure : du 2 février au 20 septembre de cette année, en 230 jours, il fit 102 observations méridiennes de cette planète, c'est-à-

dire plus qu'on n'en fait encore aujourd'hui en cinq ans (de 1860 à 1865) à l'Observatoire de Paris ou à celui de Greenwich. A cette époque il en avait fait à lui seul « plus que tous les autres astronomes de l'univers, anciens et » modernes, réunis ensemble (¹) ». Et ce qui est plus remarquable encore, c'est que beaucoup ont été faites (avec une petite lunette de $0^m,055$ d'ouverture) quand Mercure se trouvait à côté du Soleil : il pouvait l'observer tous les jours quand il passait à sa conjonction supérieure, et une fois, le 6 avril 1798, il vit cette planète à une distance du Soleil moindre qu'une fois et demie le diamètre de cet astre, « ce qui n'était jamais arrivé », dit Lalande ; et il ne paraît pas que cela se soit renouvelé depuis.

» Les observations que j'ai réduites, au nombre de 100 pour le Soleil et d'autant pour Mercure, se trouvent dans les *Additions à la Connaissance des Temps* pour l'an X, p. 352; elles furent faites à Mirepoix en 1798, avec une lunette méridienne longue de 1 mètre, ayant $0^m,055$ d'ouverture utile et un quart de cercle mobile d'un mètre de rayon.

» *Corrections des Tables du Soleil en ascension droite.* — Les nombres suivants, exprimés en secondes de temps, sont chacun la moyenne des corrections fournies par plusieurs observations, de 4 à 10, et choisies aussi rapprochées que possible; les plus éloignées de celles qui concourent à former une même moyenne sont distantes au plus de douze jours.

			Corrections moyennes des Tables du Soleil.
			s
1798.	Février	6	−0,09
	»	28	−0,01
	Mars	10	+0,29
	Avril	8	+0,03
	»	25	−0,04
	Mai	6	+0,23
	Juin	24	−0,06
	Juillet	13	+0,18
	»	31	+0,21
	Août	10	+0,03
	»	20	−0,07
	»	27	+0,12
	Sept.	17	+0,01

» Dans l'ensemble, les corrections positives l'emportent de bien peu, et l'on peut dire que les observations faites par Vidal en 1798 n'indiquent

(¹) LALANDE, *Histoire de l'Astronomie pour* 1798.

aucune correction pour les Tables du Soleil de M. Le Verrier, dont l'exactitude se trouve ainsi vérifiée une fois de plus.

» *Corrections des Tables de Mercure en ascension droite.* — A cause de la rapidité du mouvement de la planète, je n'ai fait concourir à chacune des moyennes suivantes que des observations éloignées de cinq jours au plus:

			Corrections moyennes des Tables de Mercure.
			s
1798.	Février	8	+0,30
	»	27	+0,17
	Mars	4	+0,23
	»	10	+0,42
	Avril	5	+0,18
	»	12	+0,15
	»	23	+0,15
	Mai	7	−0,08
	Juillet	9	+0,20
	»	19	+0,06
	»	29	+0,09
	Août	2	−0,11
	»	8	+0,20
	»	12	+0,15
	»	20	+0,18
	»	25	+0,11
	»	29	+0,01
	Sept.	15	−0,11
	»	19	−0,04

» Quoique les corrections soient généralement positives, on voit que les Tables représentent bien les observations. Il résulte en outre de là que Vidal observait avec toute la précision qu'on peut attendre des moyens dont il disposait. »

M. D'ABBADIE, en présentant cette Note à l'Académie, de la part de M. *Tisserand*, fait remarquer que cette comparaison d'observations, effectuées il y a quatre-vingts ans, montre assez comment on peut rendre des services à l'Astronomie de précision, même avec des instruments de dimensions très-restreintes.

M. D'ABBADIE annonce ensuite, de la part de M. *Radau*, que la Note de M. Makarevitsch (voir p. 822 ci-dessus) lui semble renfermer une erreur. Son raisonnement repose sur la supposition que le facteur a, valeur

moyenne d'une certaine fonction de l'altitude, est un coefficient météorologique, c'est-à-dire une constante indépendante de l'apozénith z. Il est facile de s'assurer du contraire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'emploi des solutions particulières algébriques dans l'intégration des systèmes d'équations différentielles algébriques.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans une Communication récente, j'ai énoncé quelques propositions relatives à l'emploi que l'on peut faire des solutions particulières d'une équation différentielle du premier ordre et du premier degré pour trouver l'intégrale générale. Cette proposition s'étend évidemment à tous les systèmes d'équations différentielles du premier ordre et par conséquent à tous les systèmes possibles d'équations différentielles. Je me propose de donner aujourd'hui quelques détails sur le cas général.

» Considérons un système d'équations différentielles algébriques de la forme

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{L_1} = \frac{dx_2}{L_2} = \ldots = \frac{dx_n}{L_n}.$$

On peut toujours supposer que $L_1, L_2, \ldots, L_n$ soient des polynômes algébriques, dont je désignerai le degré par m. Toute intégrale

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \alpha$$

devra satisfaire identiquement à l'équation

$$(2) \qquad L_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + L_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + L_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0.$$

J'appellerai de telles intégrales *intégrales générales* et je réserverai le nom d'*intégrale particulière* à toute relation

$$(3) \qquad \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

caractérisée par la propriété suivante :

» *Si $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont assujettis à vérifier l'équation différentielle et que leurs valeurs initiales $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$ satisfassent à la relation* (3), *toutes les valeurs simultanées que ces variables pourront prendre satisferont, comme les valeurs initiales, à la même relation.* Par exemple, si l'on considère trois variables

seulement, x, y, z, une intégrale particulière représentera une surface engendrée par une série quelconque de courbes satisfaisant aux équations différentielles correspondantes.

» Toute intégrale particulière algébrique satisfera à la relation

$$L_1 \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \ldots + L_n \frac{\partial \varphi}{\partial x} = K\varphi, \tag{4}$$

où K sera un polynôme d'ordre $m - 1$. Cette équation est fondamentale dans cette théorie et conduit aux mêmes conséquences que l'équation analogue de ma première Communication.

» En particulier, on obtient les théorèmes suivants :

» *Si l'on connaît* $\frac{m(m+1)\ldots(m+n-1)}{1.2\ldots n} = M_n$ *intégrales particulières algébriques de système* (1), *on pourra trouver le multiplicateur du système.*

» *Si l'on connaît* $M_n + r$ *intégrales particulières algébriques du même système, on pourra en déterminer le multiplicateur et r intégrales générales.*

» *Si l'on connaît* $M_n + n - 1 = q$ *intégrales particulières algébriques* $u_1, \ldots u_q$, *on pourra effectuer l'intégration complète. Les intégrales se présenteront sous la forme suivante :*

$$\left\{\begin{array}{l} u_1^{\alpha_1} u_2^{\alpha_2} \ldots u_q^{\alpha_q} = C_1, \\ u_1^{\beta_1} u_1^{\beta_2} \ldots u_q^{\beta} = C_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ u_1^{\lambda_1} u_2^{\lambda_2} \ldots u_q^{\lambda_q} = C_{n-1}. \end{array}\right. \tag{5}$$

» Prenons, par exemple, le cas où $L_1, \ldots, L_n$ sont des fonctions linéaires; on trouvera facilement n intégrales particulières de la forme

$$X_k = A_k^1 x_1 + A_k^2 x_2 + \ldots + A_k^n x_n + B_k = 0,$$

et les intégrales générales seront

$$X_1 X_2^{\alpha_2} = C_1, \quad \ldots, \quad X_1 X_n^{\alpha_n} = C_{n-1}.$$

Réciproquement, on peut obtenir aisément le degré des polynômes L_i dans les équations différentielles de tout système de la forme (5); on trouve que, si $h_1, h_2, \ldots, h_q$ sont des degrés de $u_1, \ldots, u_q$, le degré m des polynômes L est au plus égal à

$$m = h_1 + h_2 + \ldots + h_q - n + 1.$$

Il suit de cette remarque que l'on obtient tout de suite un certain nombre de formes possibles des intégrales pour tous les systèmes d'équations différentielles appartenant à un degré déterminé m.

» Par exemple, si $m = 2$, on aura autant de types d'intégrales qu'il y a de manières de résoudre en nombres entiers positifs l'équation

$$h_1 + h_2 + \ldots + h_q = n + 1.$$

» Les remarques précédentes subsistent encore quand on considère le système (1) en supposant que les variables $x_1, \ldots, x_n$ soient liées par une relation déterminée; et, comme on a alors le système d'équations différentielles algébriques auquel on peut ramener tous les autres, on voit que les propositions précédentes s'appliquent à toute équation différentielle algébrique ou à tout système d'équations différentielles algébriques d'ordre quelconque. Mais il y a quelques explications à donner sur ce que l'on doit appeler une intégrale particulière. Je reviendrai sur ce sujet, si l'Académie veut bien le permettre, dans une autre occasion. »

ANALYSE. — *Sur une proposition de Didon*. Note de M. ESCARY.

« Dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* (2e série, t. XI, p. 96), Didon a publié, sans démonstration, l'identité suivante :

$$(1)\left\{\begin{aligned}&[1-2(a+b+c+\ldots)x+(a+b+c+\ldots)(aA^2+bB^2+cC^2+\ldots)]^{-\frac{1}{2}}\\&=\sum\sum\sum\ldots\frac{a^\alpha b^\beta c^\gamma\ldots}{2^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots}\alpha!\beta!\gamma!\ldots}\frac{d^{\alpha+\beta+\gamma}(x^2-A^2)^\alpha(x^2-B^2)^\beta(x^2-C^2)^\gamma\ldots}{dx^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots}},\end{aligned}\right.$$

dans laquelle on a

$$\alpha+\beta+\gamma+\ldots=n.$$

» La démonstration de cette identité s'obtient d'ailleurs sur-le-champ, par le développement, au moyen de la formule de Lagrange, de la plus petite des racines de l'équation du second degré

$$u = x + \frac{a}{2}(u^2 - A^2) + \frac{b}{2}(u^2 - B^2) + \frac{c}{2}(u^2 - C^2) + \ldots.$$

» Comme on le voit, cette identité présente une grande indétermination, en ce sens que les paramètres $a, b, c, \ldots; A, B, C, \ldots$ sont absolument arbitraires.

» On doit donc toujours pouvoir disposer de ces paramètres de façon que la série du second membre de l'égalité (1) soit convergente.

» En restreignant cette indétermination dans une certaine mesure, on arrive à des conditions indiquant d'une manière précise l'étendue du plan dans lequel cette série est convergente. On est, en outre, conduit à des fonctions qui offrent une certaine analogie avec les facteurs des fonctions elliptiques, renfermant chacun une seule variable indépendante, et que Lamé a introduits dans l'Analyse, à l'occasion de la détermination des *températures stationnaires* des points intérieurs d'un corps solide homogène, limité par un ellipsoïde à trois axes inégaux. Comme les fonctions de Lamé, ces polynômes dépendent de deux nombres entiers *essentiellement positifs*, dont l'un l reste toujours inférieur à l'autre u. Enfin ils naissent, les uns et les autres, du développement d'une fonction analogue au potentiel.

» Laissant les indéterminées A, B, C, ..., que nous représenterons par $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_\nu$, complétement arbitraires, nous supposerons que les paramètres $a, b, c, \ldots$ satisfont aux relations

$$a = a'h_1,\quad b = a'h_2,\quad c = a'h_3,\quad \ldots,\quad l = a'h_\nu,$$

où $h_1, h_2, h_3, \ldots, h_\nu$ sont des constantes. Alors, en supprimant l'accent, l'identité (1) s'écrit

$$(1\ bis)\begin{cases} [1 - 2a(h_1 + h_2 + h_3 + \ldots + h_\nu)x \\ \quad + a^2(h_1 + h_2 + \ldots + h_\nu)(h_1 A_1^2 + h_2 A_2^2 + \ldots + h_\nu A_\nu^2)]^{-\frac{1}{2}} \\ \quad = \sum\sum\sum\ldots \dfrac{a^n h_1^\alpha h_2^\beta \ldots h_\nu^\lambda}{2^n \alpha!\beta!\ldots\lambda!} \dfrac{d^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots+\lambda}(n^2 - A_1^2)^\alpha (x^2 - A_2^2)^\beta \ldots (x^2 - A_\nu^2)^\lambda}{dx^{\alpha+\beta+\gamma+\ldots+\lambda}}. \end{cases}$$

» Le second membre de cette égalité est convergent tant que l'on a

$$\text{mod. } \alpha < \frac{1}{\sqrt{(h_1 + h_2 + h_3 + \ldots + h_\nu)(h_1 A_1^2 + h_2 A_2^2 + h_\nu A_\nu^2)}},$$

inégalité qui offre encore une grande indétermination.

» La différentiation *par rapport à* x, l fois répétée, des deux membres de l'identité (1 *bis*), donne immédiatement

$$\begin{aligned} &[1 + 2a(h_1 + h_2 + \ldots + h_\nu)x \\ &\quad + a^2(h_1 + h_2 + \ldots + h_\nu)(h_1 A_1^2 + h^2 A_2^2 + \ldots + h_\nu A_\nu^2)^{-\frac{2l+1}{2}} \\ &\quad = \sum_{n=0}^{n=\infty} P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}} a^n, \end{aligned}$$

en posant, pour abréger,

$$\sum\sum\sum\cdots\frac{a^n h_1^\alpha h_2^\beta\ldots h_\nu^\lambda \alpha'!\,\beta'!\ldots\lambda'!}{2^n 2l!\,\alpha+\alpha'!\,\beta+\beta'!\ldots!\,\lambda+\lambda'!}\times\frac{d^{\alpha+2\alpha'+\beta+2\beta'+\ldots}(x^2-A_1^2)^{\alpha+\alpha'}(x^2-A_2^2)^{\beta+\beta'}\ldots(x^2-A_\nu^2)^{\lambda+\lambda'}}{dx^{\alpha+2\alpha'+\beta+2\beta'+\ldots+\lambda+2\lambda'}}=\sum P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}.$$

» Dans ces expressions, on a

$$\alpha+\beta+\gamma+\ldots+\lambda=n \quad \text{et} \quad \alpha'+\beta'+\gamma'+\ldots+\lambda'=l,$$

en sorte que les 2ν nombres entiers qu'elles renferment, lesquels sont essentiellement positifs, dépendent de deux autres n et l, qui sont les sommes des deux groupes en lesquels ils se trouvent naturellement décomposés.

» Le polynôme $P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ a toujours un nombre limité de termes, donné par le nombre de combinaisons complètes de n objets pris ν à ν; et ces différents termes, tous du degré n, égalés à zéro, donnent lieu à des équations ayant toutes leurs racines réelles, inégales et comprises dans l'intérieur du cercle ayant pour rayon le module du plus grand des paramètres $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_\nu$, qu'il renferme dans son expression.

» Une même fonction $P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}$ et ses deux premières dérivées satisfont à l'équation différentielle linéaire et du second ordre.

$$(A_1^2+A_2^2+\ldots+A_\nu^2-\nu x^2)y''-2\nu(l+1)xy'+\nu n(n+2l+1)y=0,$$

dont l'intégrale générale est

$$y=MP^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}+NP^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\int\frac{dx}{P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}(A_1^2+A_2^2+\ldots+A_\nu^2-\nu x^2)^{l+1}},$$

en désignant par M et N deux constantes arbitraires.

» Trois polynômes consécutifs $P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}$, dans lesquels l reste constant, satisfont à la relation

$$(2)\left\{\begin{aligned}&nP^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}-(2n+2l-1)(h_1+h_2+\ldots+h_\nu)xP^{(n-1)}_{-\frac{2l+1}{2}}\\&\qquad+(n+2l-1)(h_1+h_1^2+\ldots+h_\nu)\\&\qquad+(h_1A_1^2+h_2A_2^2+\ldots+h_\nu A_\nu^2)P^{(n-2)}_{-\frac{2l+1}{2}}=0.\end{aligned}\right.$$

» En désignant par A_i le plus grand des paramètres $A_1, A_2, \ldots, A_\nu$, dans les différents termes des produits respectivement, on a le théorème

$$\int_{-Ai}^{+Ai} P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}} P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}} dx = 0,$$

parce que cette intégrale est nulle pour chaque terme du produit pris séparément, tant que m est différent de n. Ce théorème se conclut immédiatement au moyen de l'intégration par parties.

» Au moyen de la relation (2) et du théorème précédent, on obtient sur-le-champ

$$\int_{-A_i}^{+A_i} \left(P^{(n)}_{-\frac{2l+1}{2}}\right)^2 dx = 2A_i \frac{2l+1}{2n+2l+1} \frac{n+2ln+2l-1\ldots 2l+1}{1.2.3\ldots n}$$
$$\times (h_1 + h_2 + \ldots + h_\nu)(h_1 A^2 + \ldots + A_\nu A_\nu^2)^n.$$

Dans cette intégrale, le paramètre A_i n'est pas nécessairement la plus grande des constantes $A_1, A_2, \ldots, A_\nu$: c'est l'une quelconque d'entre elles.

» En particulier, pour

$$h_1 = h_2 = 1, \quad h_3 = 0, \quad h_4 = 0, \quad \ldots, \quad h_\nu = 0,$$

et

$$A_1 = 1, \quad A_2 = k < 1,$$

on obtient le développement de la fonction

$$[1 - 4ax + 2a^2(1 + k^2)]^{-\frac{2l+1}{2}}.$$

On arrive ainsi à des résultats compris dans les précédents, et qu'il est inutile de transcrire, mais qui offrent, comme on le voit, une certaine analogie avec les produits de fonctions elliptiques que Lamé a introduits dans la *Théorie analytique de la chaleur*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sommation de certaines séries.* Note de M. D. André, présentée par M. Hermite.

« Les séries dont nous nous proposons de faire connaître la somme sont les séries entières dont le terme général V_n est donné par la formule

$$V_n = \varphi_n \frac{x^{\alpha n+6}}{(\alpha n + 6)!},$$

dans laquelle nous désignons par α un entier supérieur à zéro, par β un entier non négatif, mais inférieur à α, et par v_n le terme général d'une série récurrente proprement dite.

» Les séries de cette espèce ne sont point rares dans l'Analyse. Elles s'y présentent notamment comme intégrales des équations différentielles linéaires à coefficients constants sans second membre, et comme multiplicateurs des puissances successives du module dans les développements, suivant ces dernières puissances, soit des fonctions elliptiques, soit des fonctions de M. Weierstrass. Toutes jouissent de cette propriété remarquable que leur somme peut toujours s'exprimer, sous forme finie, à l'aide d'un polynôme entier par rapport à la variable x et à des exponentielles de la forme e^{mx}. Nous avons, par un moyen simple, déterminé l'expression générale de cette somme, et c'est cette expression que nous allons faire connaître.

» Le coefficient v_n étant le terme général d'une série récurrente proprement dite, si nous désignons par r une racine quelconque de l'équation génératrice de cette série, et par ρ le degré de multiplicité de cette racine, nous avons, comme on sait, l'égalité

$$v_n = \Sigma \xi_r(n) r^n,$$

dans laquelle le Σ s'étend à toutes les racines de l'équation génératrice, et où $\xi_r(n)$ représente un polynôme entier en n du degré $\rho - 1$, de sorte que l'on peut écrire

$$\xi_r(n) = P_{r,0} + P_{r,1} n + P_{r,2} n^2 + \ldots + P_{r,\rho-1} n^{\rho-1}.$$

» Nous supposons cette expression de v_n complétement connue; en d'autres termes, nous supposons connues toutes les racines de l'équation génératrice, ainsi que leurs degrés respectifs de multiplicité et les polynômes ξ qui leur correspondent : ce sont là nos données.

» Cela posé, si nous désignons par S la somme cherchée de notre série; par $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_\alpha$ les α racines $\alpha^{\text{ièmes}}$ de r; que, représentant symboliquement par $\Delta^h(0-\beta)^{h+\eta}$ l'expression

$$\Delta^h 0^{h+\eta} - \frac{(h+\eta)!}{(h+\eta-1)!\,1!}\beta\,\Delta^h 0^{h+\eta-1}$$
$$+ \frac{(h+\eta)!}{(h+\eta-2)!\,2!}\beta^2\,\Delta^h 0^{h+\eta-2} - \ldots \pm \frac{(h+\eta)!}{h!\,\eta!}\beta^\eta\,\Delta^h 0^h,$$

nous posions

$$h!\,Q_{r,h} = \Delta^h(o-6)^h \frac{P_{r,h}}{\alpha^h} + \Delta^h(o-6)^{h+1}\frac{P_{r,h+1}}{\alpha^{h+1}} + \Delta^h(o-6)^{h+2}\frac{P_{r,h+2}}{\alpha^{h+2}} + \ldots + \Delta^h(o-6)^{\rho-1}\frac{P_{r,\rho-1}}{\alpha^{\rho-1}},$$

et enfin que nous convenions d'étendre le premier des Σ ci-dessous à toutes les racines de l'équation génératrice, nous avons

$$S = \frac{1}{\alpha}\sum\sum_{0}^{\rho-1}{}_{h}\sum_{1}^{\alpha}{}_{i}\frac{x^h Q_{r,h} e^{r_i x}}{r_i^{6-h}}.$$

» Telle est l'expression générale, sous forme finie, de la somme cherchée. On voit facilement qu'elle n'est autre chose, comme nous l'avons annoncé en commençant, qu'un polynôme entier par rapport à la variable x et à des exponentielles de la forme e^{mx} ».

PHYSIQUE. — *Résultats d'expériences faites en divers points de l'Algérie, pour l'emploi industriel de la chaleur solaire;* par M. **Mouchot.**

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats que j'ai recueillis en Algérie, depuis un an, relativement aux applications industrielles de la chaleur solaire.

» Mon premier soin a été de rechercher, parmi les métaux usuels, ceux qui pouvaient fournir de bons réflecteurs d'un prix abordable. Après avoir éliminé le fer-blanc, le zinc et le laiton polis, dont l'éclat n'est que passager, le nickel, le maillechort et l'argyrine, qui retiennent une portion de la chaleur incidente, j'ai dû me borner à l'emploi du plaqué d'argent ou du laiton recouvert d'une mince couche d'argent déposée par la galvanoplastie. Ces miroirs offrent l'avantage de réfléchir dans d'excellentes conditions la chaleur solaire, de s'altérer très-peu, moyennant quelques soins de propreté, et d'être d'un prix peu élevé.

» J'ai étudié ensuite, au point de vue des applications, les variations d'intensité de la chaleur solaire pendant le cours d'une même journée. Ces variations sont généralement peu sensibles, par un ciel pur, de 8 heures du matin à 4 heures du soir. L'intensité de la chaleur recueillie est déjà satisfaisante de 6 à 7 heures du matin : elle croît rapidement de 7 à

8 heures, et repasse, dans l'ordre inverse, par les mêmes variations, de 4 à 6 heures du soir.

» Pour déterminer approximativement la quantité de chaleur utilisable d'abord en un même lieu à diverses époques de l'année, puis dans toute l'Algérie, je me suis servi d'un bouilleur solaire, dont, en moyenne, le *rendement,* c'est-à-dire la quantité de chaleur recueillie par minute et par mètre carré, a été, pour Alger, de 7 calories en avril, de 8 en mai, de 8,5 en juin et juillet. Ces nombres ont déjà leur signification, puisque le rendement de 7 calories indique qu'un réflecteur d'un mètre carré ferait bouillir en moins de 12 minutes un litre d'eau à 20 degrés et produirait par heure 778 grammes ou 1322 litres de vapeur à la pression normale. Toutefois, d'après mes expériences de Tours, ces résultats, de même que ceux qui vont suivre, ne seraient que les deux tiers des nombres qu'il est possible d'atteindre avec des récepteurs de plus grandes dimensions.

» J'ai voulu visiter Biskra pendant les chaleurs d'août, parce que cette ville, voisine du désert et du Chellia, le pic le plus élevé d'Algérie, me promettait des expériences comparatives à de grandes différences de niveau. De là, je me suis transporté à Laghouat et à Géryville à l'époque de l'équinoxe, afin de m'y procurer, non pas des nombres extrêmes, mais de simples moyennes. Voici quelques résultats recueillis dans ces excursions :

		h	cal			h	cal
Bou-Arreridj..........	30 juil.	10	8,5	Boghari..............	19 sept.	11	7,1
Sétif.................	1 août	8	7,8	Djelfa...............	20 sept.	3	7,3
»	2 août	7	6	Laghouat............	21 sept.	7	6,2
Constantine	3 août	7	6,3	» nuages légers..	22 sept.	9	8,4
» ciel voilé ...	»	10	7,4	»	»	10	8
Biskra................	10 août	10	9	Oued Mzy (Djebel-Amour)	26 sept.	12	9,8
» siroco.........	11 août	7	5	Géryville............	4 oct.	8	8,7
» beau soleil.......	13 août	10	9,2	» nuages légers..	»	9	6,7
Tkoud (Djebel-Aurès)...	17 août	12	9,6	» » ..	»	10	8
Chellia (alt. 2328^{m}).....	19 août	11	9,7	Ben Atâle............	5 oct.	12	9,4
Batna (chaleur except.).	22 août	2	9,2	Hauts-plateaux	6 oct.	10	9,4
Pic de Tougourt (alt. 2100)	23 août	10	9	Tafraoua.............	7 oct.	8	7,6
Médéah...............	16 sept.	7	7	Oran.................	23 oct.	3	8,1

» Je crois avoir réussi, dans ces excursions, à vulgariser les petits appareils solaires destinés à la cuisson des aliments et du pain, à la distillation des alcools, etc.

» J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie la description du grand récepteur de 25 mètres carrés, qui doit figurer à l'Exposition universelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations relatives à une Note de MM.* Moitessier *et* R. Engel *sur l'hydrate de chloral;* par M. L. TROOST.

« MM. Moitessier et R. Engel ont signalé, dans la dernière séance de l'Académie ([1]), des faits qui n'ont aucun rapport avec la question que j'ai discutée, c'est-à-dire avec l'existence de l'hydrate de chloral sous forme gazeuse.

» La vapeur de ce corps existe-t-elle comme composé défini, donnant quelques indices de dissociation, ainsi que je crois l'avoir établi; ou bien est-elle un mélange pur et simple de chloral anhydre et d'eau entièrement séparés, comme le pense M. Naumann? C'est ce que les expériences de MM. Moitessier et R. Engel ne peuvent nous apprendre.

» De leurs observations, les unes rentrent dans les faits bien connus du retard de l'ébullition des liquides sous la pression atmosphérique, étudiés par M. Dufour, M. Gernez et tant d'autres physiciens.

» Les autres indiqueraient seulement la présence d'une petite quantité de corps de volatilité différente, conformément aux remarques de M. V. Regnault sur la différence entre les deux méthodes statique et dynamique pour déterminer les forces élastiques des vapeurs à saturation (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXVI, p. 341). Ces effets sont d'autant plus marqués que le composé le plus volatil tend à s'accumuler de préférence dans la vapeur, ce qui détruit l'homogénéité du système. Mais la proportion de ce corps ne se trouve pas là, définie en aucune façon, et j'ai reconnu, dès ma première Communication ([2]), la présence d'une certaine dose de chloral anhydre et d'eau coexistant avec la vapeur d'hydrate de chloral proprement dite.

» Les différences de pression peuvent aussi être attribuées, en partie, à ce que la température d'ébullition, déterminée par la méthode dynamique, est plus élevée que celle qui résulterait de l'emploi de la méthode statique. Des résultats analogues ont été signalés par M. V. Regnault dans son grand

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 971.
([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 711.

travail sur des substances parfaitement homogènes et définies, telles que l'alcool méthylique (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXVI, p. 459).

» Les observations de MM. Moitessier et Engel ne fournissent donc aucun argument contre l'existence de l'hydrate de chloral à l'état de *composé défini, gazeux, distinct d'un mélange de ses deux éléments* (*eau et chloral*), existence qui résulte de mes expériences et de celles de M. Berthelot.

» Par suite, toutes les conclusions que j'ai tirées de mes expériences restent intactes : l'équivalent de l'hydrate de chloral correspond bien à 8 volumes. »

CHIMIE. — *De la formation des arséniures métalliques;* par **M. A. Descamps**. (Extrait).

« J'ai essayé de préparer les arséniures métalliques par l'action d'un gaz réducteur, hydrogène, oxyde de carbone ou gaz d'éclairage, sur les arsénites et les arséniates métalliques.

» Des arséniates préparés par double décomposition, dans des liqueurs un peu acides et bouillantes, et soumises à l'action du gaz réducteur dans des tubes de porcelaine, n'ont donné que des résultats imparfaits : les arséniures, formés en petite quantité, constituaient un vernis métallique difficile à retirer de la nacelle.

» Je me suis donc adressé à la réduction des arséniates par le cyanure de potassium, l'un des meilleurs réducteurs d'après Berzélius. Ce sel, chauffé avec un arséniate dans un creuset, le réduit; s'il est en excès, il forme une couche liquide qui préserve le composé de l'action de l'oxygène de l'air, en même temps qu'il permet la volatilisation de l'excès d'arsenic.

» Dans toutes mes expériences, j'ai continué l'action de la chaleur jusqu'à cessation de dégagement de vapeurs. J'étais certain alors de ne trouver au fond du creuset refroidi qu'un composé défini, correspondant à la température de l'expérience. On verra, en effet, que l'arsenic ne forme pas, avec plusieurs métaux, de composés absolument définis, mais de véritables alliages, et que, chauffés pendant un certain temps, à l'abri de l'air, ces arséniures peuvent perdre de l'arsenic et changer de constitution.

» J'ai préparé les arséniures par action directe de l'arsenic métallique sur le métal, dans un courant de l'hydrogène, ou mieux en chauffant dans un creuset le métal et l'arsenic en excès au contact de l'acide borique comme fondant.

» Enfin, pour le cuivre, l'or et l'argent, je suis arrivé à obtenir directement l'arséniure en faisant séjourner de l'arsenic métallique dans le sulfate de cuivre, le sulfate d'argent ou le chlorure d'or en solution ([1]).

» *Arséniures d'argent* (Ag = 107,9). — Cet arséniure a été préparé par la réduction de l'arséniate d'argent au moyen du cyanure de potassium.

» Il est en culot métallique, blanc, d'une grande dureté, cassant et cristallin à l'intérieur. La densité est de 8,51, et correspond assez exactement à la formule AgAs. Cet arséniure a été obtenu à la température la plus basse possible.

» Refondu dans une couche de cyanure, il perd de l'arsenic et se transforme en un nouvel arséniure, dont la densité est de 9,01.

» Cet arséniure, refondu dans une couche d'acide borique, à une température plus élevée, fournit le composé Ag^3As, dont la densité est de 9,51.

» *Arséniures d'or* (Au = 197). — Le chlorure d'or est assez rapidement réduit par l'arsenic métallique : on obtient un arséniure rouge foncé, contenant environ 911 pour 1000 d'or; cet arséniure correspondrait à la formule Au^3Az, qui exige Au = 0,887.

» Cet arséniure, avec l'excès d'arsenic métallique auquel il est mêlé, a été refondu sous une couche de cyanure de potassium; j'ai obtenu un culot métallique jaune, dont la densité est 16,2. Cet arséniure correspond à la formule Au^4As^3.

» *Arséniures de cuivre* (Cu = 63,5). — L'arséniate de cuivre chauffé dans un creuset avec du cyanure de potassium, à une température suffisante pour fondre le cyanure, donne un culot métallique d'un gris bleuâtre cristallin, très-friable, se rompant en éclats sous le marteau, et dont la densité est 6,94. Il correspond à la formule Cu^3As^2.

» Ce même composé a été obtenu par l'action de l'hydrogène arsenic sur le chlorure et le sulfate de cuivre (Gmelin).

» L'arsenic métallique, mis en présence du sulfate de cuivre en solution aqueuse, donne un dépôt métallique noirâtre d'arséniure de cuivre. En aucun cas je n'ai pu observer, même à la longue, le dépôt de cuivre métallique rouge, comme cela s'observe avec le phosphore. L'arséniure obtenu est débarrassé de l'excès d'arsenic non combiné, en le chauffant dans un creuset sous une couche d'acide borique. Si la température n'est pas trop élevée, on obtient un culot métallique et cristallisé d'arséniure de cuivre, correspondant à la formule Cu^4As^2, dont la densité est 7,76.

» En combinant directement l'arsenic métallique avec le cuivre sous une couche d'acide borique, j'ai obtenu le composé Cu^3As, dont la densité est 7,81. C'est un arséniure cassant, à reflets un peu bleuâtres, s'altérant assez rapidement à l'air et s'irisant à la surface.

» En le refondant, pendant un certain temps, avec l'acide borique, on obtient une masse blanche, gris d'acier, cristallisée et très-cassante, correspondant à la formule Cu^6As. Ce minerai existe dans la nature (Gmelin).

» Je ferai remarquer que les trois composés ont des densités 8,51 — 9,01 — 9,51, qui permettent, aussi bien que les analyses, d'arriver à leur constitution. On peut donc les considérer comme de véritables alliages. »

([1]) Il se forme de l'arséniure du métal, et plus tard le métal lui-même pourrait se précipiter. Cette réaction est comparable à l'action du phosphore sur le sulfate de cuivre, récemment étudiée par M. Sidot.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du tartrate de chaux naturel dans les tartres bruts.* Note de M. A. Scheurer-Kestner, présentée par M. Wurtz.

« L'analyse des tartres et autres substances renfermant de l'acide tartrique a pris, depuis quelques années, une importance d'autant plus grande, que la valeur de ces produits s'est augmentée et que les producteurs de vins, cherchant à tirer parti de substances restées jusque-là sans emploi, ont introduit sur le marché des matières nouvelles, dont la composition, moins simple, exige des moyens d'investigation plus complets.

» Les tartres, lies, etc., se composent essentiellement de bitartrate de potassium, auquel on trouve souvent mélangé du tartrate de calcium. Les autres substances varient beaucoup. Pour doser le bitartrate de potassium, on se sert généralement d'une liqueur alcaline titrée qu'on fait agir sur la dissolution chaude de la substance dans l'eau. Mais il a été reconnu que ce procédé conduit très-souvent à des résultats exagérés. Certains tartres, certaines lies surtout, renferment des substances acides, de la nature des tannins, qui agissent sur le papier tournesol et consomment la liqueur alcaline comme le ferait du bitartrate de potassium. Il est donc indispensable, pour obtenir des résultats exacts, de recourir à la calcination du produit, afin d'y doser le potassium par une liqueur acide titrée.

» Le dosage du tartrate de calcium se fait très-souvent en précipitant le tartre dissous dans l'acide chlorhydrique par la soude ou la potasse caustique. Ce procédé donne des résultats satisfaisants, lorsque la substance tartrique à essayer est exempte de sulfate de calcium. Dans le cas contraire, les nombres obtenus sont toujours erronés, et l'erreur est en proportion de la quantité de plâtre contenue dans la liqueur. C'est une réaction connue, mais dont les chimistes, chargés de faire l'essai de substances tartriques, ne tiennent pas toujours compte.

» Il est connu, en effet, que le sulfate de calcium, mis en présence d'une dissolution de tartrate neutre alcalin, se transforme en tartrate neutre de calcium, tandis que la base alcaline s'unit à l'acide sulfurique. La réaction est si nette que, dans certaines usines, on s'en sert pour préparer le tartrate de calcium destiné à être transformé en acide tartrique. Or, au moment où l'on neutralise la dissolution chlorhydrique du tartre pour en précipiter le tartrate de calcium, on se trouve précisément dans les conditions favorables à la formation de ce corps aux dépens du sulfate de calcium; et s'il existe, comme il arrive souvent, du plâtre dans la disso-

lution, la quantité de tartrate de calcium obtenue ne représente nullement le tartrate de calcium naturel, mais est augmentée dans des proportions équivalentes.

» Quelques auteurs ont recommandé, pour doser le tartrate de calcium, le procédé suivant : calcination de la substance tartrique à analyser; les tartrates et bitartrates se transforment en carbonates; on dissout dans l'eau le carbonate potassique et sa titration donne par le calcul le bitartrate préexistant; le carbonate de calcium resté sur le filtre donne, par sa titration, la valeur du tartrate de calcium préexistant. Mais ce procédé, exact lorsque les tartres sont exempts de plâtre, est défectueux s'ils renferment du sulfate de calcium; car ce sel est décomposé par le carbonate de potassium, au moment de sa dissolution.

» La présence du plâtre dans les tartres étant fréquente, il faut, pour connaître leur valeur en acide tartrique, recourir à des procédés de dosage indépendants de l'influence du sulfate de calcium. Il est impossible, pour les raisons données plus haut, de doser avec quelque exactitude les proportions relatives des deux tartrates, en présence du sulfate de calcium. La seule ressource à employer consiste à doser l'acide tartrique total, en transformant en sel calcaire tout l'acide tartrique renfermé dans les tartres. C'est le seul procédé qui jusqu'ici ait permis d'obtenir des résultats dignes de confiance.

» Pour procéder à cet essai, on dissout le tartre ou la substance tartrique dans l'acide chlorhydrique. La dissolution, filtrée, est saturée par une dissolution de soude caustique, puis précipitée par le chlorure de calcium. Tout l'acide tartrique se précipite à l'état de tartrate de calcium. Le précipité lavé est calciné et le carbonate de calcium obtenu est titré par les procédés ordinaires.

» Si la crème de tartre a pu être préalablement dosée par une liqueur alcaline titrée, il est facile, au moyen de ces deux données, de déterminer les quantités respectives de bitartrate de potassium et de tartrate de calcium qui se trouvaient dans la matière essayée; mais cela n'est possible que lorsque la crème de tartre est exempte d'autres produits acides. Pour vérifier l'exactitude de la méthode, on a dosé le tartrate de calcium contenu dans un mélange formé de matières pures. On a obtenu ainsi :

		Trouvé.	
	Calculé.	I.	II.
Tartrate de calcium, total.......	128,2	128,5	127,5

» Le mélange renfermait 8,7 de bitartrate de potassium, 7,4 pour 100 de tartrate de calcium et 2 pour 100 de sulfate de calcium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide méthyloxybutyrique normal et ses dérivés.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie de mes recherches sur l'acide éthyloxybutyrique normal et ses dérivés ([1]); il était à présumer qu'en opérant dans les mêmes conditions on obtiendrait l'acide méthyloxybutyrique normal, comme l'indique la formule suivante :

$$CH^3-CH^2-CH.Br-CO,OC^2H^5+C^2H^5,ONa$$
$$=CH^3-CH^2-CH,OCH^3-CO,OC^2H^5+NaBr.$$

» A cet effet, on fait réagir le bromobutyrate d'éthyle normal sur du méthylate de sodium en solution dans l'esprit-de-bois et l'on termine la réaction à l'aide d'une douce chaleur. Puis on chasse l'esprit-de-bois et l'on traite par l'eau; il se sépare un corps plus léger que ce liquide qui, après dessiccation, distille en majeure partie entre 150 et 155 degrés. On obtient ainsi un liquide mobile à peine soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'esprit-de-bois, l'alcool et l'éther et dont l'odeur n'est pas désagréable. Cet éther a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Calculé $CH^3-CH^2-CH,OCH^3-CO,OC^2H^5$.	Trouvé. I.	II.	III.
C.......	57,53	55,36	55,37	55,42
H.......	9,59	9,75	9,59	9,76

» On voit, d'après ces analyses, que le corps trouvé n'est pas du méthyloxybutyrate d'éthyle pur; mais, la réaction s'étant produite dans de l'esprit-de-bois en ébullition, l'alcool méthylique a dû nécessairement réagir sur une portion de l'éther formé pour donner naissance à du méthyloxybutyrate de méthyle, d'après la formule suivante :

$$CH^3-CH^2-CH.OCH^3-CO.OC^2H^5+CH^3.OH$$
$$=CH^3-CH^2-CH.OCH^3-CO.OCH^3+C^2H^5.OH.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 47; 1878.

» En effet, la composition de l'éther obtenu est intermédiaire entre celle du méthyloxybutyrate d'éthyle et du méthyloxybutyrate de méthyle ; il doit donc être formé par un mélange de ces deux corps. S'il en est réellement ainsi, en saponifiant l'éther obtenu, on doit obtenir de l'acide méthyloxybutyrique.

» Pour s'en assurer, le produit obtenu fut saponifié par une solution alcoolique de potasse, l'alcool évaporé, la liqueur neutralisée exactement par de l'acide sulfurique faible, puis additionnée de sulfate de zinc en excès, évaporée à siccité et traitée par l'alcool absolu bouillant, dans lequel les sulfates de potasse et de zinc sont insolubles. Par évaporation de la liqueur alcoolique, on obtient un sel incristallisable, ayant un aspect résineux, transparent, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther et ayant toutes les propriétés de l'éthyloxybutyrate de zinc, que j'ai décrit précédemment. Ce sel fut dissous dans l'eau, décomposé par l'hydrogène sulfuré, et la liqueur séparée du sulfure de zinc fut agitée avec de l'éther. Par la distillation de l'éther, on obtient un liquide légèrement huileux, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, ayant une saveur acide et douce, une forte réaction acide et répondant à la formule de l'acide méthyloxybutyrique normal

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH.OCH^3\text{-}CO.OH,$$

comme le montre son analyse :

	Calculé $C^5H^{10}O^3$.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C.......	50,84	50,51	50,91
H.. ...	8,47	8,99	8,91

» Par conséquent, le corps obtenu dans l'action du bromobutyrate d'éthyle normal sur le méthylate de sodium est bien un éther de l'acide méthyloxybutyrique, qui ne peut être que du méthyloxybutyrate d'éthyle renfermant une certaine quantité de méthyloxybutyrate de méthyle, lequel a pris naissance par l'action de l'esprit-de-bois sur le méthyloxybutyrate d'éthyle formé.

» Cette décomposition d'un éther par un alcool n'est pas un fait isolé : MM. Friedel et Crafts l'ont observé dans la préparation de l'éther silicique triéthylique mono-amylique; ils l'ont immédiatement généralisé et ils ont montré que la décomposition d'un éther par un alcool était due à une action de masse (1).

(1) *Répertoire de Chimie pure*, t. V, p. 597; 1863.

» En traitant l'acide méthyloxybutyrique par la baryte caustique, on obtient le méthyloxybutyrate de baryte, sel incristallisable, soluble dans l'eau et l'alcool. Séché à 120 degrés, il prend une structure cristalline rayonnée. A l'analyse, il répond à la composition du méthyloxybutyrate de baryum, qui a pour formule

$$(CH^3 - CH^2 - CH.OCH^3 - CO.O)^2Ba.$$

» A l'aide de ce sel j'ai obtenu, par double décomposition avec les sulfates solubles, les principaux méthyloxybutyrates.

» Tous les méthyloxybutyrates sont très-solubles dans l'eau et l'alcool; ils sont incristallisables et offrent la plus grande ressemblance avec les éthyloxybutyrates.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille; je les continue et j'espère pouvoir entretenir très-prochainement l'Académie de la suite de ce travail. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau minéral découvert par M. Lettsom.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Lettsom, savant minéralogiste anglais, un échantillon d'un minéral qui avait figuré à tort dans les collections (Oxford) depuis plus de cinquante ans sous le nom de *blende du Cornwall*. C'est en réunissant, pour me l'envoyer à Cognac, une collection de blendes anglaises destinées à la recherche du gallium, que M. Lettsom a eu l'idée d'examiner directement certains échantillons d'aspect singulier au moyen du spectroscope, instrument qui lui est familier; il a de cette façon reconnu que l'un d'eux produit les bandes d'absorption caractéristiques du didyme et de l'erbium. L'analyse chimique a démontré que la soi-disant blende ne contient ni soufre ni zinc, mais se compose essentiellement de phosphate de didyme, d'erbium, etc.

» M. Lettsom nomme cette espèce *rhabdophane*, afin de rappeler les bandes spectrales qui ont, pour la première fois, permis de découvrir un nouveau minéral par l'inspection directe au spectroscope.

» La rhabdophane est actuellement très-rare, car M. Lettsom m'écrit qu'il en existe seulement deux autres échantillons à Oxford et qu'on a perdu l'indication exacte de la mine et de la localité où cette substance

a été trouvée. On sait seulement que les échantillons ont été recueillis dans le Cornwall avant 1820. N'y aurait-il pas intérêt à chercher la rhabdophane dans nos grandes collections du Muséum et de l'École des Mines? Je crois que l'Académie répondrait au vœu de M. Lettsom en décidant que son intéressant échantillon de rhabdophane sera déposé dans les galeries du Muséum.

» Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que la monazite donne directement au spectroscope les raies du didyme, ce qui ferait supposer que la rhabdophane pourrait être une monazite fibro-mamelonnée. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les affinités zoologiques du genre* Mesites; par M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait.)

« En 1838, I. Geoffroy Saint-Hilaire fit connaître un oiseau de Madagascar fort remarquable par ses caractères extérieurs, et il lui donna le nom de *Mesites variegatus*. Malheureusement le savant professeur du Muséum n'avait pu étudier que la nature ou la couleur du plumage, la conformation du bec et des pattes et les proportions générales de cet oiseau; aussi ses hésitations furent-elles grandes quand il dut fixer la place occupée par le *Mesites* dans la série ornithologique. « En résumé, dit-il..., la Mésite variée se rapproche » des Héliornes par sa tête, des Pénélopes et des Catracas par son corps, » notamment par ses ailes, des Pigeons par ses pieds. » Quelques années après, M. Desmurs décrivit, sous le nom de *Mesites unicolor*, un autre oiseau un peu différent du précédent, mais il ne chercha pas à établir quels étaient les liens de parenté zoologique de ce genre. G.-R. Gray, dans un travail d'ensemble, intitulé: *Genera of Birds*, n'adopta pas complétement les vues de Geoffroy, et il rangea les *Mesites* dans la famille des *Megapodidæ*, à la suite des *Leipoa*. Cette opinion fut suivie par le prince Ch. Bonaparte, par Reichenbach, puis par Hartlaub; mais bientôt les naturalistes modifièrent cette manière de voir et G.-R. Gray, dans le catalogue des oiseaux du Musée britannique, place les *Mesites* parmi les Passereaux, dans une section de la famille des *Eupetidæ*. Sundevall reconnaît l'exactitude de ce rapprochement, et Hartlaub, dans le dernier travail qu'il a publié sur les oiseaux de Madagascar, inscrit les *Mesites* à la suite des *Motacillidæ*, dans la tribu des Dentirostres.

» Toutes ces recherches avaient eu pour base les deux exemplaires décrits par I. Geoffroy et par M. Desmurs, appartenant au Muséum de

Paris et qui seuls représentaient ce type si singulier; M. A. Grandidier a reçu récemment de Tamatave deux *Mesites* conservés dans l'esprit-de-vin et il a bien voulu me les remettre pour en étudier l'organisation. Les investigations auxquelles je me suis livré ajoutent beaucoup de faits nouveaux à ceux déjà connus et montrent que tous les auteurs s'étaient mépris sur la place que le genre *Mesites* doit occuper parmi les oiseaux; on trouvera là une nouvelle preuve du peu de valeur que l'on doit attacher en ornithologie aux particularités extérieures.

» Les *Mesites* ne sont pas des Gallinacés ou des Pigeons, comme le pensaient I. Geoffroy et le prince Ch. Bonaparte; ce ne sont pas des Passereaux, ainsi que le supposaient Gray, Sundevall et Hartlaub : ils doivent prendre place dans le groupe des Échassiers, où ils forment une famille voisine de celle des Râles et de celle des Hérons. Je ne puis insister sur la conformation des différentes parties du squelette et du système musculaire. Ces détails seront développés dans un Mémoire spécial, et je me bornerai à noter ici que l'appareil sterno-claviculaire est remarquable et n'indique qu'une très-faible puissance de vol; ses caractères sont tout à fait particuliers, bien qu'ils rappellent un peu ceux de certains Râles. Le bréchet est peu saillant, et son angle antérieur se trouve reculé jusque vers le milieu du sternum; les lames latérales sont très-réduites et entamées de chaque côté par une échancrure profonde du bord postérieur. L'apophyse épisternale, très-forte, très-longue, carénée en dessous, se bifurque à son sommet pour fournir des points d'attache aux ligaments de l'épaule. *Il n'y a aucune trace d'os furculaire*, il n'y a même pas de stylet osseux comparable à celui qui existe chez certains Rapaces nocturnes, chez divers Perroquets et chez plusieurs Colombes. Les ailes, très-courtes, ne peuvent permettre aux *Mesites* de se maintenir longtemps dans les airs.

» Autant le sternum est faible et étroit, autant le bassin est large; on y remarque quelques-uns des caractères propres aux *Eurypyga* et aux *Rallidæ*. Les pattes sont fortes et les doigts sont conformés, comme ceux des Blongios et de quelques autres Hérons, de manière à pouvoir saisir les roseaux et les tiges verticales.

» Les muscles ressemblent beaucoup à ceux des Rallidés; de même que chez ces derniers, on y trouve un fémoro-caudal et son accessoire, un demi-tendineux et son accessoire et un accessoire iliaque du fléchisseur perforé des doigts, qui, partant de l'apophyse iléo-pectinée, chemine en dedans de la cuisse, contourne la rotule et va s'insérer sur le fléchisseur superficiel des doigts; ce dernier faisceau manque chez les Ardéides et chez

les Passereaux. Il existe deux carotides comme dans le groupe des Râles et des Hérons, tandis que les Passereaux ne possèdent qu'une carotide gauche.

» Les *Mesites* sont aussi remarquables par l'existence de cinq paires de plaques duveteuses, cachées sous les plumes et occupant, sur la face dorsale du corps, la région scapulaire et la région iliaque, et sur la face ventrale, les régions pectorale, costale et abdominale. Les Hérons présentent des plaques de même nature, mais disposées d'une manière différente. L'attention des naturalistes avait déjà été appelée sur ces particularités par M. E. Bartlett.

» Enfin j'ajouterai que les différences de forme et de coloration qui avaient paru suffisantes à M. Desmurs pour distinguer le *Mesites unicolor* du *Mesites variegatus* me paraissent dues au sexe; en effet, le *Mesites* femelle que nous possédons est exactement semblable à l'Unicolore et le mâle a tous les caractères de celui qui a été décrit par I. Geoffroy sous le nom de *varié*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un grand Reptile fossile* (*l'*Eurysaurus Raincourti). Note de M. A. GAUDRY.

« M. le marquis de Raincourt vient de me communiquer les débris d'un énorme Reptile qui a été trouvé dans l'étage de l'oolithe inférieure. Il paraît appartenir à un genre nouveau; je propose de l'inscrire sous le nom d'*Eurysaurus* (¹) *Raincourti*.

» L'extraction de ce fossile remonte à 1861. Il fut alors découvert par des ouvriers qui exploitaient le calcaire à entroques, dans une carrière à 5 kilomètres de Vesoul, sur le territoire d'Echenoz-la-Méline, dont les grottes à ossements ont depuis longtemps attiré l'attention des naturalistes. Un heureux hasard voulut qu'un médecin de Vesoul, M. le Dr Gevrey, passât près de cette carrière au moment où l'on venait de mettre à jour la grande bête d'Echenoz; de nombreuses pièces avaient déjà été détruites. M. Gevrey estima, d'après les indications des ouvriers, que la surface occupée par les os avait environ 5 mètres de long. Il rapporta à Vesoul plusieurs blocs. Pendant dix-sept ans ils ont été oubliés. Cette année, M. le marquis de Raincourt, les ayant aperçus chez M. Gevrey, a compris tout leur intérêt et a

(1) Εὐρύς, large; σαῦρος, lézard; parce que cet animal devait avoir une tête et un corps très-larges.

obtenu la permission d'emporter un morceau de tête; bientôt après, le fils de ce savant géologue, M. le comte de Raincourt, s'est rendu à Vesoul et a rapporté à Paris tous les morceaux; ils ont été donnés à l'Université catholique; M. le professeur de Lapparent les a mis avec beaucoup de bienveillance à ma disposition.

» L'*Eurysaurus* avait une large gueule, arrondie en avant; de grosses dents sortant en dehors de chaque côté devaient lui donner un aspect étrange. La disposition très-inclinée des alvéoles des dents est en rapport avec un grand aplatissement du crâne; la coupe du museau, prise en arrière, ne donne que $0^m,10$ de haut (sans la mâchoire inférieure) sur $0^m,27$ de large; si des dents aussi fortes que celles de l'*Eurysaurus* avaient été verticales, elles n'auraient pu s'insérer dans des mâchoires relativement aussi peu élevées. Les dents avaient une insertion nettement thécodonte; elles étaient coniques, très-grosses, formées de cornets s'emboîtant les uns dans les autres; elles ont été brisées au niveau des gencives; ce qui reste de leur couronne indique qu'elles ne portaient que de faibles stries. Les mandibules étaient extrêmement épaisses; leur symphyse était très-courte; les dents inférieures alternaient avec les supérieures. Le museau est contracté dans la partie où les maxillaires se soudent aux intermaxillaires? Bien qu'il soit conservé jusqu'à $0^m,30$ de distance du bord antérieur, on ne voit pas de trace de narines; elles devaient être situées très en arrière. Un des morceaux rapportés par M. de Raincourt contient des restes de cinq vertèbres cervicales en connexion; leur centrum est étroit et présente la particularité d'avoir sa face postérieure un peu convexe. Plusieurs blocs renferment des côtes qui semblent être restées dans leur place naturelle. Elles sont très-peu courbées; on en voit qui sont à peine arquées sur une longueur de $0^m,45$: cela annonce un corps fort large.

La position reculée des narines ne permet pas de ranger l'*Eurysaurus* parmi les crocodiliens. C'est sans doute auprès des Plésiosauriens qu'il faut le classer. Néanmoins ce n'est pas un vrai *Plesiosaurus*, car un animal qui avait une tête si lourde et de si grosses dents ne pouvait pas avoir un cou d'une extrême longueur; ses vertèbres cervicales diffèrent de celles des *Plesiosaurus*, parce qu'elles sont plus étroites et convexes en arrière; probablement elles étaient bien moins nombreuses. Le *Nothosaurus* et le *Simosaurus* du muschelkalk se rapprochent un peu de la bête d'Echenoz par la forme arrondie du devant de leur museau, mais leurs narines sont placées plus en avant. Le *Pliosaurus*, par sa taille gigantesque et ses formes lourdes, avait quelque rapport avec l'*Eurysaurus*; mais, si l'on regarde les figures

qui ont été présentées par M. Owen, M. John Phillips et surtout celles qui ont été données par M. Paul Fischer, d'après les belles pièces de la collection du Muséum de Paris, on verra que la forme si allongée du museau du *Pliosaurus* n'a rien de commun avec la gueule de l'*Eurysaurus*, dont les incisives sont rangées en demi-cercle. »

M. J. **Farkas** adresse une Note relative à l'équation $x^n + ax = C$.

M. **Fano** adresse une Note relative à un ophthalmoscope, auquel il donne le nom de « photomégascope ».

M. A. **Lemp** adresse une Note relative à une disposition employée par lui pour la conservation des vins en fûts, disposition à laquelle il donne le nom de « carafe Lemp ».

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 avril 1878.

Essai sur les cochenilles ou gallinsectes (Homoptères-coccides); par V. Signoret. Paris, F. Malteste, 1877; 1 vol. in-8° relié.

Revue iconographique des Tettigonides; par M. V. Signoret. Sans lieu ni date; in-8° relié. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de France.*)

Végétaux silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne. Nouvelles recherches sur la structure des Sphenophyllum *et sur leurs affinités botaniques; par* M. B. Renault. Paris, impr. Martinet, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*).

Sur la découverte d'un Orthoptère coureur de la famille des Phasmiens, dans les terrains supra-houillers de Commentry (Allier) (Protophasma Dumasii); *par* M. Ch. Brongniart. Bruxelles, impr. de Weissembruch, 1878; in-8°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Association entomologique de Bruxelles.*)

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, n°s 88 à 94 (du 29 mars au 4 avril 1878), autographié.

Des propriétés mécaniques des vapeurs; 5e Mémoire : *Analyse des expériences faites par M. Regnault sur les tensions de la vapeur d'eau; par* CH. ANTOINE. Brest, 1878; gr. in-8° autographié. (2 exemplaires.)

Étude sur la choroïdite antérieure; par H. COURSSERAND. Paris, A. Coccoz, 1877; br. in-8°.

Réflexions sur l'opération de la cataracte chez les diabétiques; par le Dr H. COURSSERAND. Paris, Delahaye, 1878; br. in-8°.

Observation de zona ophthalmique traumatique; par le Dr H. COURSSERAND. Paris, Delahaye, 1878; opuscule in-8°.

Notions nouvelles d'Hydraulique, concernant principalement les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières, etc.; par P. BOILEAU; 1er fascicule. Cherbourg, imp. Bedelfontaine, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents personnels; mars 1878. Paris, Dunod, 1878; 2 liv. in-8°.

Publications of the Egyptian general Staff. General report on the province of Kordofan submitted to general C.-P. Stone; by major H.-G. PROUT. Cairo, printing office of the general Staff, 1877; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, au nom de M. de Lesseps.)

The pharmaceutical journal and transactions; January, february, march 1878. London, Churchill, 1878; 3 liv. in-8°.

Transactions of the national Association for the promotion of social Science. Aberdeen meeting, 1877. London, Longmans, 1878; in-8° relié.

Results of astronomical observations made at the royal Observatory Cape of Good-Hope during the years 1871, 1872 *et* 1873, *under the direction of E.-J. Stone.* Cape Town, Paul Salomon, 1876; in-8° relié.

A Manual of practical hygiene; by E.-A. PARKES, edited by F. S. R. FR. DE CHAUMONT; fifth edition. London, Churchill, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 AVRIL 1878.

L'espèce humaine; par A. DE QUATREFAGES; 4e édition. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° relié.

De l'alimentation des chevaux dans les grandes écuries industrielles. Cinq ans d'expériences sur une cavalerie de 10000 *chevaux. Rapport adressé au Conseil d'administration de la Compagnie générale des voitures à Paris; par* M. BIXIO. Paris, Librairie agricole, 1878; in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

Des travaux de terrassement relatifs aux chemins de fer et aux routes; par WILHELM HEYNE (ouvrage traduit sous la direction de M. Resal, membre de l'Institut). Paris, Dunod, 1878; in-8° relié.

Carte de France dressée au Dépôt des Fortifications. Toulouse, Montpellier, feuille XI. Paris, Ehrard, sans date; deux feuilles grand aigle.

Etudes sur l'Exposition de 1878, publiées par les rédacteurs des *Annales du génie civil*, sous la direction de E. LACROIX; fascicules 1 et 2. Paris, Lacroix, 1878; 2 liv. in-8°.

Anomalies végétales; par M. D. CLOS. Montpellier, typog. Boehm, 1877; br. in-8°.

OEuvre du refuge de Paris; 1re année, 1876. Paris, n° 80, rue de Picpus, sans date; br. in-8°.

Bullettino meteorologico del reale Osservatorio di Palermo; anno XII, vol. XII, 1876. Palermo, tipog. Lao, 1878; in-4°.

Relazione su alcune esperienze telefoniche del prof. F. ROSSETTI. Venezia, tip. Antonelli, 1878; br. in-8°.

Sulla temperatura del Sole. Indagini sperimentali del prof. F. ROSSETTI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; disp. 3a, marzo 1878. Palermo, tipog. Lao, 1878; in-4°.

Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van Kunsten en Wetenschappen; deel XXXIX, 1e Stuk. Batavia, W. Bruining, 1877; in-8°.

Publication des Königl. preuss. geodätischen Instituts. Das rheinische Dreiecksnetz; II Heft : *Die richtungs Beobachtungen.* Berlin, 1878; in-4°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory Greenwich, in the year 1874. London, printed by G. Edward Eyre and W. Spottiswoode, 1876; in-4° cartonné.

ERRATA.

(Séance du 15 avril 1878.)

Page 911, ligne 7, *au lieu de* $2y$, *lisez* y.
» ligne 17, *au lieu de* seconde, *lisez* troisième.
» ligne 8 en remontant, *au lieu de* 1837,6, *lisez* 1838,3.
» dernière colonne, au bas de la page,

au lieu de	+ 0,9	*lisez*	+ 0,9
»	+ 1,1	»	+ 1,1
»	+ 0,8	»	+ 1,8
»	+ 0,4	»	+ 0,7
»	0	»	— 0,3
»	— 0,9	»	— 0,9
»	— 0,7	»	— 1,0
»	— 0,9	»	— 0,9
»	— 1,4	»	— 1,4

Page 914, ligne 15, *au lieu de* x, *lisez* $x + z$.
» ligne 22, *au lieu de* en, *lisez* entre.
» ligne 23, *au lieu de* 37,0, *lisez* — 37,0.
» dernière ligne, deuxième colonne, *au lieu de* 0,1, *lisez* 0.
Pages 914 et 915, dernière colonne, C — O, (y = 11,11),

au lieu de	— 3,0	*lisez*	— 3,8
»	...	»	...
»	...	»	...
»	— 1,5	»	— 1,4
»	— 0,6	»	— 1,8
»	— 0,9	»	+ 0,1
»	0	»	+ 1,3
»	— 0,3	»	+ 0,5
»	+ 0,6	»	+ 1,4
»	+ 0,4	»	— 0,3
»	+ 1,2	»	+ 1,4
»	+ 0,9	»	+ 0,4
»	+ 1,4	»	+ 1,5
»	+ 1,5	»	+ 0,8

Page 915, ligne 10, troisième colonne (calcul), *au lieu de* 42,6, *lisez* 42,1.
Page 915, ligne 17 en remontant, *au lieu de* 1838,8 *et de* + 1,6, *lisez* 1839,0 *et* + 1,8.
Page 916, ligne 14, *au lieu de* pour 1877, *lisez* pour 1878.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 22 Avril 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 17 (29 Avril 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans les séances des 23 juin 1862 et 24 mai 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *La théorie des germes et ses applications à la Médecine et à la Chirurgie*; par MM. **Pasteur**, **Joubert** et **Chamberland**.

« Les Sciences gagnent toutes à se prêter un mutuel appui. Lorsque, à la suite de mes premières Communications sur les fermentations, en 1857-1858 et années suivantes, on put admettre que les ferments proprement dits sont des êtres vivants, que des germes d'organismes microscopiques abondent à la surface de tous les objets, dans l'atmosphère et dans les eaux, que l'hypothèse d'une génération spontanée est présentement chimérique, que les vins, la bière, le vinaigre, le sang, l'urine et tous les liquides de l'économie n'éprouvent aucune de leurs altérations communes au contact de l'air pur, la Médecine et la Chirurgie jetèrent les yeux sur ces clartés nouvelles. Un médecin français, le Dr Davaine, fit la première application heureuse de ces principes à la Médecine, en 1863.

» Nos recherches de l'an dernier ont laissé l'étiologie de la maladie putride ou septicémie beaucoup moins avancée que celle du charbon. Nous

avions rendu très-probable que la septicémie relève de la présence et de la multiplication d'un organisme microscopique, mais la démonstration rigoureuse de cette importante conclusion n'était pas faite. Pour affirmer expérimentalement qu'un organisme microscopique est réellement agent de maladie et de contagion, je ne vois d'autre moyen, dans l'état actuel de la Science, que de soumettre le *microbe* (nouvelle et heureuse expression introduite par M. Sédillot) à la méthode des cultures successives, en dehors de l'économie. Notons que par douze cultures, chacune d'un volume de 10 centimètres cubes seulement, la goutte originelle est diluée autant que si elle l'avait été dans un volume liquide égal au volume total de la terre. C'est précisément le genre d'épreuves auquel nous avons soumis la bactéridie charbonneuse, M. Joubert et moi. Après l'avoir cultivée un grand nombre de fois dans un liquide privé de toute virulence, chaque culture ayant pour semence une gouttelette de la culture précédente, nous avons constaté que le produit de la dernière culture était capable de se multiplier et d'agir dans le corps des animaux en leur donnant le charbon avec tous les symptômes de cette affection. Telle est la preuve, suivant nous indiscutable, que *le charbon est la maladie de la bactéridie*.

» En ce qui concerne le vibrion septique, nos recherches n'avaient pas porté aussi loin la conviction; aussi est-ce à combler cette lacune que nous nous sommes tout d'abord attachés, à la reprise de nos expériences. Dans ce but, nous avons tenté la culture du vibrion septique prélevé sur un animal mort de septicémie. Chose digne de remarque, toutes nos premières expériences ont échoué, malgré la variété des milieux de culture dont nous nous sommes servis, urine, eau de levûre de bière, bouillon de viande, etc. Nos liquides ne restaient pas inféconds, mais nous obtenions le plus souvent un organisme microscopique n'offrant aucun rapport avec le vibrion septique, et ayant la forme, d'ailleurs très-commune, de chapelets de petits grains sphériques d'une extrême ténuité et sans virulence d'aucune sorte. C'était une impureté semée à notre insu en même temps que le vibrion septique, et le germe passait sans doute des intestins, toujours enflammés et distendus dans les animaux septicémiques, dans la sérosité abdominale où nous prenions, à l'origine, la semence du vibrion septique. Si cette hypothèse au sujet de l'impureté de nos cultures était fondée, nous devions vraisemblablement obtenir le vibrion septique pur en allant le chercher dans le sang du cœur d'un animal mort récemment de septicémie. C'est ce qui arriva, mais une difficulté nouvelle apparut :

toutes nos cultures devinrent stériles. Bien plus, cette stérilité se joignait à la perte de la virulence de la semence dans le liquide de culture.

» L'idée nous vint que le vibrion septique pourrait être un organisme exclusivement anaérobie, et que la stérilité de nos liquides ensemencés devait tenir à ce que le vibrion était tué par l'oxygène de l'air en dissolution dans les liquides. L'Académie se souviendra peut-être que j'ai constaté autrefois des faits de cet ordre sur le vibrion de la fermentation butyrique, qui non-seulement vit sans air, mais que l'air tue.

» Il fallait donc essayer de cultiver le vibrion septique dans le vide ou en présence de gaz inertes, tels que le gaz acide carbonique. Les faits répondirent à notre attente : le vibrion septique se développe avec facilité dans le vide parfait, avec une facilité non moins grande en présence de l'acide carbonique pur.

» Ces résultats avaient un corollaire obligé. En exposant un liquide chargé de vibrions septiques au contact de l'air pur, on devait tuer les vibrions et supprimer toute virulence. C'est ce qui arrive. Qu'on place quelques gouttes de sérosité septique étalées en très-mince épaisseur dans un tube couché horizontalement, et en moins d'une demi-journée le liquide deviendra absolument inoffensif, alors même qu'il était, au début, à ce point virulent, qu'il entraînait la mort par l'inoculation d'une très-minime fraction de goutte.

» Il y a plus, tous les vibrions qui remplissent à profusion le liquide sous forme de fils mouvants se détruisent et disparaissent. On ne trouve, après l'action de l'air, que de fines granulations amorphes, impropres à toute culture non moins qu'à la communication d'une maladie quelconque. On dirait que l'air brûle les vibrions.

» S'il est terrifiant de penser que la vie puisse être à la merci de la multiplication de ces infiniment petits, il est consolant aussi d'espérer que la Science ne restera pas toujours impuissante devant de tels ennemis, lorsqu'on la voit, prenant à peine possession de leur étude, nous apprendre, par exemple, que le simple contact de l'air suffit parfois pour les détruire.

» Mais, si l'oxygène détruit les vibrions, comment donc la septicémie peut-elle exister, puisque l'air atmosphérique est partout présent? Comment accorder ces faits avec la théorie des germes? Comment du sang, exposé au contact de l'air, peut-il devenir septique par les poussières que l'air renferme?

» Tout est caché, obscur et matière à discussion quand on ignore la cause des phénomènes, tout est clarté quand on la possède. Ce que nous venons

de dire n'est vrai que d'un liquide septique chargé de vibrions adultes, en voie de génération par scissiparité; les choses sont différentes quand les vibrions se sont transformés dans leurs germes, c'est-à-dire dans ces corpuscules brillants décrits et figurés pour la première fois dans mes études sur la maladie des vers à soie, précisément à l'occasion des vibrions des vers morts de la maladie dite *flacherie*. Les vibrions adultes seuls disparaissent, se brûlent et perdent leur virulence au contact de l'air : les corpuscules-germes, dans ces conditions, se conservent, toujours prêts pour de nouvelles cultures et de nouvelles inoculations.

» Tout cela ne résout pas encore la difficulté de savoir comment il peut exister des germes septiques à la surface des objets, flottant dans l'air et dans les eaux.

» Où ces corpuscules peuvent-ils prendre naissance? Eh bien, rien de plus facile que la production de ces germes, malgré la présence de l'air au contact des liquides septiques.

» Que l'on prenne de la sérosite abdominale à vibrions septiques, tous en voie de génération par scission, et qu'on expose ce liquide au contact de l'air comme nous le faisions tout à l'heure, avec la seule précaution toutefois de lui donner une certaine épaisseur, ne fût-elle que de 1 centimètre, et, en quelques heures, voici l'étrange phénomène auquel on assiste. Dans les couches supérieures du liquide, l'oxygène est absorbé, ce que manifeste déjà le changement de couleur du liquide. Là, le vibrion meurt et disparaît. Dans les couches profondes, au contraire, au fond de ce centimètre d'épaisseur du liquide septique, que nous supposons mis en expérience, les vibrions, protégés contre l'action de l'oxygène par leurs frères qui périssent au-dessus d'eux, continuent de se multiplier par scission; puis peu à peu ils passent à l'état de corpuscules-germes avec résorption du restant du corps du vibrion filiforme. Alors, à la place de ces fils mouvants de toutes dimensions linéaires, dont la longueur dépasse souvent le champ du microscope, on ne voit plus qu'une poussière de points brillants, isolés ou enveloppés d'une gangue amorphe à peine visible [1]. Et voilà formée, vivant de la vie latente des germes, ne craignant plus l'action

---

(1) Dans notre Note du 16 juillet 1877, il est dit que le vibrion septique n'est pas tué par l'oxygène de l'air ni par l'oxygène à haute tension, qu'il se transforme dans ces conditions en corpuscules-germes. Il y a là une interprétation erronée des faits. Le vibrion est tué par l'oxygène, et ce n'est que quand il est en épaisseur qu'il se transforme en présenc de ce gaz en corpuscules-germes et que la virulence peut se perpétuer.

destructive de l'oxygène, voilà, dis-je, formée la poussière septique, et nous sommes armés pour l'intelligence de ce qui tout à l'heure nous paraissait si obscur, nous pouvons comprendre l'ensemencement des liquides putrescibles par les poussières de l'atmosphère, nous pouvons comprendre la permanence des maladies putrides à la surface de la terre.

» Que l'Académie me permette de ne pas abandonner ces curieux résultats sans faire ressortir une de leurs principales conséquences théoriques. Au début de ces recherches, car elles commencent à peine quoique déjà un monde nouveau s'y révèle, que doit-on demander avec le plus d'insistance? C'est la preuve péremptoire qu'il existe des maladies transmissibles, contagieuses, infectieuses, dont la cause réside essentiellement et uniquement dans la présence d'organismes microscopiques. C'est la preuve que, pour un certain nombre de maladies, il faut abandonner à tout jamais les idées de virulence spontanée, les idées de contage et d'élément infectieux naissant tout à coup dans le corps de l'homme et des animaux et propres à devenir origine à des maladies qui vont se propager ensuite, sous des formes cependant identiques à elles-mêmes, toutes opinions fatales au progrès médical et qu'ont enfantées les hypothèses gratuites de générations spontanées, de matières albuminoïdes-ferments, d'hémiorganisme, d'archébiosis et tant d'autres conceptions qui n'ont pas le moindre fondement dans l'observation. Ce qu'on doit rechercher, dans l'espèce, c'est la preuve qu'à côté de notre vibrion il n'y a pas une virulence indépendante propre à des matières liquides ou solides, qu'enfin le vibrion n'est pas seulement un épiphénomène de la maladie dont il est le compagnon obligé. Or que voyons-nous dans les résultats que je viens de faire connaître? Nous voyons un liquide septique, pris à un certain moment, alors que les vibrions ne sont pas encore transformés en germes, perdre toute virulence par le simple contact de l'air, conserver au contraire cette virulence, quoique exposé à l'air, à la seule condition d'avoir été en épaisseur pendant quelques heures. Dans le premier cas, après perte de la virulence au contact de l'air, le liquide est incapable de reprendre celle-ci par la culture; mais, dans le second cas, il conserve et peut propager de nouveau cette virulence, même après qu'il a été exposé au contact de l'air. Il n'est donc pas possible de soutenir qu'en dehors et à côté du vibrion adulte ou de son germe, il y ait une matière virulente propre, liquide ou solide. On ne peut même pas supposer une matière virulente qui perdrait sa virulence juste en même temps que périt le vibrion adulte; car cette prétendue matière devrait également perdre sa virulence lorsque les vibrions transformés en germes sont ex-

posés au contact de l'air. Puisque, dans ce cas, la virulence persiste, celle-ci ne peut être que le fait de la présence exclusive des corpuscules-germes. Il n'y a qu'une hypothèse possible pour l'existence d'une matière virulente à l'état soluble, c'est qu'une telle matière, qui serait en quantité insuffisante pour tuer dans nos expériences d'inoculation, serait incessamment fournie par le vibrion lui-même, pendant qu'il est en voie de propagation dans le corps de l'animal vivant. Mais qu'importe! puisque cette hypothèse suppose l'existence primordiale et nécessaire du vibrion (1).

. . . .

» J'ai hâte d'arriver à un autre ordre d'observations qui mérite, plus encore que ce qui précède, l'attention du chirurgien : je veux parler des effets de notre microbe générateur de pus quand il est associé au vibrion septique. Rien de plus facile alors que de superposer en quelque sorte deux maladies distinctes, et de produire ce qu'on pourrait appeler une *infection purulente septicémique* ou une *septicémie purulente*. Tandis que le microbe, générateur de pus, forme, lorsqu'il est seul, un pus lié, blanc, à peine teinté de jaune ou de bleuâtre, nullement putride, diffus ou enveloppé de ce qu'on a appelé *membrane pyogénique*, n'offrant le plus souvent aucun danger, surtout s'il est localisé dans le tissu cellulaire, prêt enfin, si l'on peut ainsi dire, pour une résorption prompte, le moindre abcès, au contraire, que détermine ce microbe, quand il est associé au vibrion septique, prend un aspect blafard, gangréneux, putride, verdâtre, infiltré dans des chairs ramollies. Dans ce cas, le microbe générateur de pus, porté, pour ainsi dire, par le vibrion septique, accompagne ce dernier dans tout le corps; les muscles très-enflammés, pleins de sérosité, montrant même un peu partout des globules de pus, sont comme pétris des deux organismes.

» Par un artifice analogue, on peut combiner les effets de la bactéridie charbonneuse et du microbe générateur de pus, et obtenir également la superposition de deux maladies, c'est-à-dire un charbon purulent ou une infection purulente charbonneuse. Toutefois, il ne faut pas exagérer la prédominance de l'action du microbe nouveau sur celle de la bactéridie. Si le microbe est associé à celle-ci en suffisante proportion, il peut l'étouffer complétement, c'est-à-dire empêcher qu'elle ne se multiplie dans le corps. Le charbon n'apparaît pas, et le mal, tout local, se réduit à la formation d'un abcès dont la guérison est facile. Le microbe générateur de pus et le vibrion septique étant tous deux anaérobies, d'après nos démonstrations de tout à l'heure, on comprend que le septique ne soit pas beaucoup gêné par son

(1) Les limites réglementaires m'obligent de supprimer une partie de ma lecture.

voisin. Les aliments nutritifs, liquides ou solides, ne manquent guère dans l'organisme pour de si petits êtres. Mais la bactéridie charbonneuse est exclusivement aérobie, et la proportion d'oxygène est loin d'être répandue à profusion en tous les points du corps ; du moins mille circonstances peuvent la diminuer ou la supprimer ici ou là, et comme le microbe, générateur de pus, est également un être aérobie, on comprend que, par sa quantité un peu exagérée à côté de la bactéridie, il puisse enlever facilement à celle-ci l'oxygène qui lui est nécessaire. Peu importe d'ailleurs l'explication du fait ; il est certain que le microbe dont il s'agit empêche en certaines circonstances tout développement de la bactéridie. L'an dernier déjà, nous avions rencontré un fait de tout point semblable à celui-ci.

» En résumé, on voit par les détails qui précèdent que l'on peut produire à volonté des infections purulentes exemptes de tout élément putride, des infections purulentes putrides, des infections purulentes charbonneuses, des combinaisons variables enfin de ces sortes de lésions suivant les proportions des microbes spécifiques que l'on fait agir sur l'organisme vivant.

» Tels sont les principaux faits que j'avais à communiquer à l'Académie, en mon nom et au nom de mes collaborateurs MM. Joubert et Chamberland. Il y a quelques semaines (séance du 11 mars dernier), un des membres de la Section de Médecine et de Chirurgie, M. Sédillot, après avoir longuement médité sur les enseignements d'une brillante carrière, n'hésitait pas à déclarer que les succès comme les revers en Chirurgie trouvaient une explication rationnelle dans les principes sur lesquels repose la théorie dite des germes, et que celle-ci donnerait lieu à une chirurgie nouvelle, déjà inaugurée par un célèbre chirurgien anglais, le Dr Lister, qui, un des premiers, en a compris la fécondité. Sans aucune compétence professionnelle, mais avec la conviction de l'expérimentateur autorisé, j'oserais répéter ici les paroles de notre éminent confrère. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques à l'occasion d'une Lettre de M.* Wolf, *de Zurich, sur la période des variations diurnes de la boussole de déclinaison ;* par M. **Faye**.

« M. Wolf me charge de faire connaître à l'Académie les raisons qui le conduisent à maintenir que la période de $11^a,11$ des taches solaires convient

également aux variations magnétiques en déclinaison. Voici la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire :

« J'ai lu avec beaucoup d'intérêt votre article dans les *Comptes rendus*, je l'ai corrigé d'après vos indications ([1]) et je l'ai relu. Mais il me faut vous dire qu'il ne m'a pas convaincu; je crois que le calcul de la période magnétique fait par moi à la page 175 de mon n° 46 est préférable au vôtre, parce qu'il est moins influencé par la grande variation de la période. Cette variation, pour laquelle j'ai trouvé en moyenne $1^a,32$, fait que la période change au moins entre $11,11 - 1,32 = 9^a,79$ et $11,11 + 1,32 = 12^a,43$, deux limites dont la première s'est même plus que réalisée, par exemple de 1829,7 à 1837,7, et dont la seconde (pour ne prendre qu'un exemple des derniers temps) s'est presque accomplie de 1844,5 à 1856,4. Cette grande variation, que l'on ne peut pas contester, a pour suite naturelle :

» 1° Que l'on peut obtenir une valeur trop petite ou trop grande pour la période moyenne, si l'on emploie une courte suite de périodes pour la déterminer, dans laquelle cette variation ne s'est pas compensée;

» 2° Que pour cette suite les différences entre les époques observées et calculées peuvent être plus grandes si l'on emploie pour le calcul la bonne période moyenne que si l'on emploie la période tirée de cette suite spéciale, et je crois que c'est votre cas. Pour M. Broun, j'ajoute qu'il s'est trop basé sur cette époque extraordinaire de 1787 et qu'il n'a pas su la rattacher convenablement aux époques récentes. J'ai démontré en détail dans mon n° 42 la non-validité de ses arguments, et je ne veux pas me répéter ici, ni pour cette spécialité, ni pour le maximum des taches de 1788,1, déterminé avec sûreté dans ma série du n° 46.

» Je ne sais pas si j'ai réussi à vous convaincre; mais je vous prie en tous cas de lire cette Lettre à l'Académie des Sciences, pour qu'elle connaisse dans cette discussion importante les *pro* et les *contra*. »

» L'argument de M. Wolf aurait quelque poids si je n'en avais d'avance tenu compte dans mon calcul. Il pense avoir reconnu que le phénomène magnétique n'est pas simplement périodique, mais que la période est soumise à des fluctuations qui apparaissent elles-mêmes périodiquement. Dès lors, si l'on embrasse dans les calculs un intervalle de temps trop court, on peut fort bien tomber sur une série où les périodes seront plus courtes que la moyenne. M. Broun a déjà répondu à cette difficulté : la période des fluctuations susdites est, d'après M. Wolf, de 40 à 50 ans; donc, en prenant un intervalle double, tel que celui de 1787 à 1878, on ne peut manquer d'obtenir la période moyenne. C'est ce que j'ai fait moi-même.

([1]) On trouvera ces corrections à l'*errata* des *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 1036. Elles ne portent pas sur les calculs eux-mêmes, mais elles ont été rendues nécessaires par suite du remaniement que les tableaux numériques ont dû subir très-rapidement pour réduire la Note aux dimensions réglementaires.

» Il reste toutefois à examiner si ces fluctuations de $\pm 1^a,32$ sont bien réelles. A s'en tenir à mon calcul, on trouve que l'erreur à craindre sur une détermination isolée d'un maximum ou d'un minimum est $\pm 0^a,89$. D'après cela, l'erreur à craindre sur l'intervalle de deux maxima ou de deux minima sera $\pm 0^a,89\sqrt{2} = \pm 1^a,26$. Or ce nombre est bien rapproché de la fluctuation de $\pm 1^a,32$, d'après M. Wolf. Celle-ci me paraît donc répondre à l'incertitude inhérente à ce genre spécial de déterminations, plutôt qu'à un phénomène réel.

» Pour montrer que cette erreur à craindre, $\pm 0^a,89$, sur une date quelconque de maximum ou de minimum, n'est pas exagérée, voyons comment a été déterminé l'un des minima les plus certains du tableau de la p. 910, celui de 1844. En voici les éléments, d'après les courbes de M. Broun :

Minimum observé à Munich		1844,27
» Dublin		1844,25
» Makerstoun		1844,2
» Toronto		1843,9
» Hobarton		1843,42
» Bonne-Espérance		1843,50
» Sainte-Hélène		1843,42
Moyenne des stations nord	1844,14	
Moyenne des stations sud	1843,44	
Moyenne générale	1843,8	

» Cette moyenne est déduite d'observations où je note des discordances de $0^a,85$, et M. Wolf, que j'ai suivi ici, porte cette époque à 1844,5.

» Je ferai remarquer, en outre, que dans le système de M. Wolf il faudrait attribuer une erreur de $3^a,8$ à l'époque du maximum déterminé par les observations de Cassini, ce qui est absolument inadmissible [1]. Enfin, dans ce même système, les écarts entre le calcul et l'observation présentent une marche régulière, qui prouve bien que la période 11,11 des taches solaires est beaucoup trop longue pour les variations magnétiques.

» Bien que M. Wolf persiste à appliquer sa période des taches solaires ($11^a,11$) au magnétisme, ce qui s'explique par une préoccupation déjà bien ancienne chez lui, j'espère que M. Broun ne persistera pas à appliquer sa période magnétique de $10^a,45$ aux taches. S'il en était autrement, je le

---

[1] Les observations contemporaines de Gilpin, à Londres, donnent cette même date à $0^a,3$ près.

prierais de considérer le tableau suivant, où je compare sa période et celle de Wolf à 267 ans d'observations des taches du Soleil, qui ont été si admirablement colligées et discutées par M. Wolf lui-même.

Minima				
observés.	calculés ($11^a,11$).	Écarts.	Minima calculés ($10^a,45$).	Écarts.
1878,0	1878,1	+0,1	1876,6	−1,4
1867,2	1866,9	−0,3	1866,2	−1,0
1856,0	1855,7	−0,3	1855,7	−1,3
1843,5	1844,5	+1,0	1845,3	+1,8
1833,9	1833,3	−0,6	1834,8	+0,9
1823,3	1822,2	−1,1	1824,4	+1,1
1810,6	1811,2	+0,6	1813,9	+3,3
1798,3	1800,0	+1,7	1803,5	+5,2
1784,7	1788,9	+4,2	1793,0	+8,3
1775,5	1777,8	+2,3	1782,6	+7,1
1766,5	1766,6	+0,1	1772,1	+5,6
1755,2	1755,5	+0,3	1761,7	+6,5
1745,0	1744,4	−0,6	1751,2	+6,2
1734,0	1733,3	−0,7	1740,8	+6,7
1723,5	1722,2	−1,3	1730,3	+6,8
1712,0	1711,1	−0,9	1820,0	+7,9
1698,0	1700,0	+2,0	1709,4	+11,4
1689,5	1688,9	−0,6	1699,0	+9,5
1679,5	1677,8	−1,7	1688,5	+9,0
1666,0	1666,7	+0,7	1678,1	+12,1
1655,0	1655,5	+0,5	1667,6	+12,6
1645,0	1644,4	−0,6	1657,2	+12,2
1634,0	1633,3	−0,7	1646,7	+12,7
1619,0	1622,2	+3,2	1636,3	+17,3
1610,8	1611,1	+0,3	1625,8	+15,0

» N'est-il pas de toute évidence que la période de ces phénomènes est bien celle de M. Wolf, de $11^a,11$, et non de $10^a,45$?

» Le P. Secchi, dans son beau livre sur le *Soleil*, s'exprime ainsi :

« Les astronomes admettent donc unanimement le fait d'une période décennale dans les variations du magnétisme terrestre coïncidant avec une période semblable dans la variation des taches solaires. Quelque inattendue que soit cette conclusion, elle n'est pas moins certaine; malheureusement cette relation est plus difficile à expliquer qu'à constater. »

» Quel que soit le mode d'action du Soleil, action que personne ne con-

teste, on voit que les taches ne sont pour rien dans le phénomène magnétique qui nous occupe; car si, à une certaine époque, les maxima des taches *semblent* déterminer des maxima dans la variation diurne de l'aiguille aimantée, il faudrait, 88 ans plus tard, que les mêmes maxima des taches produisissent l'effet tout contraire sur ladite aiguille, ce qui est inadmissible. Or ce renversement-là s'est produit sous nos yeux depuis l'époque des premières observations magnétiques instituées à l'Observatoire de Paris, et a dû se répéter autant de fois que 88 est contenu dans les 267 années qui nous séparent de la découverte des taches du Soleil par le savant hollandais Fabricius. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences relatives à la chaleur qui a pu se développer par les actions mécaniques dans l'intérieur des roches, particulièrement dans les argiles; conséquences pour certains phénomènes géologiques, notamment pour le métamorphisme.* Note de M. **Daubrée.**

« L'un des caractères les plus remarquable des roches qui ont subi les transformations minéralogiques comprises sous le nom de *métamorphisme*, c'est que les roches ainsi transformées sont souvent associées entre elles, occupant ensemble des régions considérables, tandis que d'autres régions, plus étendues encore, ne présentent pas de modifications semblables. C'est ainsi que, dans les Alpes, les roches de tous les âges qui en font partie, carbonifères, triasiques, jurassiques, crétacées, éocènes, ont un faciès d'ancienneté surprenant pour l'observateur qui en est pour la première fois témoin. Les Ardennes, le Taunus, le pays de Galles présentent aussi des massifs entiers qui ont été transformés. Au contraire, en Russie, les terrains silurien et dévonien paraissent avoir conservé leurs caractères originaires.

» De nombreux exemples ont appris que le métamorphisme *régional* s'est développé dans des contrées dont les roches ont subi des dislocations, tandis qu'il ne s'est guère produit dans les contrées, telles qu'une partie de l'Europe occidentale ou des États-Unis, dans lesquelles les couches ont conservé leur horizontalité première.

» Les transformations dont il s'agit ont, selon toute vraisemblance, été engendrées sous l'influence d'une élévation de température; aussi ce contraste a-t-il, en général, été attribué à cette circonstance que l'écorce terrestre aurait subi des émanations calorifiques plus considérables dans les portions fracturées, où elle devait être plus directement en rapport avec les

exhalaisons chaudes qui pouvaient sortir des masses internes, lors même qu'on ne verrait pas d'intercalation de roches éruptives. C'est ce qui paraît encore avoir lieu aujourd'hui, pour certains pays, par exemple la Toscane.

» Tout en faisant une part aux émanations calorifiques et chimiques qui ont pu arriver des profondeurs du globe et jouer un rôle dans le métamorphisme régional, de même que dans le métamorphisme de *juxtaposition*, il est une cause plus immédiate et plus générale qui me paraît devoir appeler l'attention, c'est la chaleur engendrée par les actions mécaniques mêmes, qui ont marqué leurs traces, dans ces mêmes massifs, par des ploiements et des contournements nombreux des couches.

» En présence de l'énergie des poussées qui ont produit, de toutes parts, dans l'écorce terrestre, des déplacements relatifs, et dans diverses roches des mouvements intérieurs, on est frappé de l'énorme quantité de travail qui a dû être mise en jeu. On est porté à penser que tout ce travail n'a pas été transformé en effets purement mécaniques, et qu'une partie a pu être employée à échauffer les couches soumises à ses efforts. C'est, en effet, le propre des actions mécaniques de se partager, dans la plupart des cas, en deux parties, l'une correspondant à des déformations, l'autre à des variations de température.

» Partant de cette idée générale, M. Robert Mallet (1) a récemment calculé la quantité de travail que produirait l'écrasement de roches, et il a cherché ainsi à rendre compte de la haute température des régions profondes qui sont le siége des volcans. Mais aucune mesure thermométrique n'a été prise pour justifier cette hypothèse sur des parties du globe qui échappent d'ailleurs à notre investigation.

» D'après les principes bien connus de Thermodynamique, il m'a paru utile de rechercher, par des expériences directes, comment des actions mécaniques, telles que nous en constatons de si certains et de si nombreux vestiges dans l'écorce terrestre, ont pu engendrer des élévations de température dans les roches.

» Ce qui importait surtout, c'était de rechercher les effets calorifiques produits par des *actions intérieures*. Cependant j'ai cherché aussi à observer ceux qui se produisent dans le *frottement mutuel* des roches.

» Les expériences dont je vais rendre compte ont été faites au point de vue du géologue plutôt qu'à celui du physicien, qui mesure comparative-

---

(1) *Transactions of the Royal Society*, p. 147; 1873.

ment les quantités de travail et les calories correspondantes. J'en exposerai d'abord les résultats, puis je signalerai les déductions qu'on en peut tirer pour certains phénomènes géologiques, et particulièrement pour le métamorphisme.

I. — Expériences.

Chaleur produite dans les roches par des mouvements intérieurs.

» N'ayant plus à ma disposition les appareils puissants d'emboutissage au moyen desquels j'avais autrefois fait des études sur la schistosité ([1]), j'ai dû avoir recours à d'autres procédés.

» On a d'abord essayé d'aplatir des balles d'argile en les lançant, au moyen d'un canon de fusil, contre une plaque fixe; ces balles étaient préservées de la chaleur des gaz de la poudre au moyen de bourres épaisses. Mais, au lieu de s'aplatir, elles se sont toujours réduites en une poussière très-fine dont on ne pouvait rien recueillir.

» Je me proposais d'établir un appareil cylindrique à double piston, dans l'intérieur duquel l'argile aurait reçu un mouvement de va-et-vient indéfini, lorsque je reconnus que plusieurs appareils employés dans l'industrie pourraient remplir le même but. J'ai pu en profiter, grâce à l'obligeance de MM. Boulet frères, constructeurs, et de M. Lacroix, leur ingénieur, ainsi qu'à celle de MM. Tiphine, fabricants de briques, à qui je tiens à adresser ici l'expression de mes remercîments.

» Les expériences qui suivent ont été faites, sauf une, sur des argiles fermes dites *dures*, c'est-à-dire ne contenant que la moindre quantité d'eau possible pour être travaillées; à cause de leur cohésion, elles se trouvaient dans les conditions les plus favorables à un échauffement.

» *Écoulement sous la pression de cylindres unis et de cônes cannelés.* — De l'argile ferme a été soumise à l'action de deux paires de cylindres lamineurs mus par une machine à vapeur de 3 chevaux et ayant $0^{m},30$ de diamètre.

» L'argile, après avoir passé successivement entre les deux paires de cylindres, dont la vitesse est pour l'une de vingt-huit tours, pour l'autre de quatorze tours par minute, marquait un échauffement sensible au thermomètre, qui était de $0^{\circ},3$ à $0^{\circ},4$ ([2]). Il suffit donc pour cela du temps très-court, de quatre secondes au plus, pendant lequel s'opère le laminage.

([1]) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XVII ; 1860.

([2]) Des thermomètres très-enfoncés dans différentes parties de l'argile servaient à en prendre la température.

» Deux cônes cannelés circulairement, à la manière des cylindres servant à étirer le fer, ont leurs axes disposés parallèlement, de telle sorte que le plus petit diamètre de l'un soit placé en opposition du plus grand diamètre de l'autre. Par conséquent, à vitesse égale des axes, les circonférences opposées ont des vitesses différentes et font subir un déchirement énergique à l'argile, qui passe entre les cylindres pendant leur mouvement. Des peignes-râcleurs placés au-dessus des cônes lamineurs en détachent constamment l'argile à mesure qu'elle a été laminée et déchirée. Comme ces râcleurs ne sont pas en contact avec les cannelures, il reste constamment, à la surface de chaque cylindre, un enduit d'argile qui a $1^{mm},5$ d'épaisseur; et l'argile ne frotte que sur elle-même, ce qui est important, comme analogie avec le phénomène naturel.

» En opérant sur 20 kilogrammes d'argile, on a constaté, au bout de quatre tours seulement, une augmentation de température de $3^{o},5$ à 4 degrés; or, à chaque tour, l'argile est déchirée et pressée pendant moins d'une seconde; l'augmentation de température ne correspond donc qu'à un travail d'environ quatre secondes. Si l'on continue à opérer sur la même argile, une buée, qui ne tarde pas à apparaître autour de l'argile adhérente aux cannelures, y décèle d'ailleurs, indépendamment de toute mesure, un accroissement de température.

» *Mouvement dans des tonneaux malaxeurs.* — L'appareil, connu sous le nom de *tonneau malaxeur* et qui ressemble grossièrement au tonneau ou *tine* à mortier, permet de prolonger le mouvement beaucoup plus longtemps qu'on ne le fait avec les cylindres; aussi a-t-il produit des élévations de température incomparablement plus fortes.

» Le tonneau de MM. Boulet, sur lequel j'ai expérimenté d'abord, est destiné à corroyer des argiles très-fermes; il consiste en une boîte cylindrique en fonte, placée verticalement et ouverte à sa partie supérieure, qui a $0^{m},75$ de diamètre sur $0^{m},80$ de hauteur; un gros arbre en fer, également vertical, placé au milieu, reçoit un mouvement de rotation. Cet arbre est muni, sur une partie de sa hauteur, de deux systèmes de lames inclinées ou couteaux qui servent à diviser la terre, tout en l'obligeant à descendre. Ce même arbre porte à sa partie inférieure deux roues à palettes, superposées l'une à l'autre, qui, après avoir trituré la pâte, l'expulsent au dehors par un orifice placé près du fond. L'argile n'est poussée hors du tonneau qu'après avoir fait plusieurs tours, dont le nombre dépend du degré de plasticité de l'argile. Ce tonneau malaxeur est mû par une machine à vapeur de 4 chevaux; il a une contenance d'environ $\frac{1}{6}$ de mètre cube, et il peut élaborer 2 mètres cubes par heure, en faisant environ six tours par minute.

» Pour préserver les parois métalliques du cylindre d'une usure rapide, les arêtes extrêmes des palettes en sont séparées par une distance de 3 centimètres : sur toute cette épaisseur, il y a donc une couche permanente d'argile contre laquelle frotte l'argile mise en mouvement. De plus, dans l'expérience dont il va être rendu compte, le fond du cylindre métallique était lui-même recouvert d'une couche d'argile de 20 centimètres d'épaisseur. Par suite de cette double disposition, une condition essentielle se trouvait réalisée : comme dans les cônes cannelés, l'argile ne frottait que contre elle-même, et sans aucune intervention des parois métalliques.

» La pâte sur laquelle on a opéré d'abord est du limon de l'Escaut, que l'on emploie pour la fabrication des briques. Le tonneau étant en mouvement, on prenait, de dix minutes en dix minutes, la température des mottes qui en sortaient, puis on les rejetait immédiatement dans le cylindre. La température de cette argile, qui était d'abord de 8°,5 (la température de l'air étant de 13 degrés), s'est constamment et régulièrement accrue pendant deux heures, au bout desquelles elle atteignait 29 degrés : il y avait donc une augmentation de 21 degrés. D'après la forme régulière de la courbe qui représente les résultats de ces mesures, l'accroissement de température aurait continué, si l'on n'avait pas été forcé d'arrêter l'opération (¹). Bien avant que le mouvement cessât, l'échauffement de l'argile s'annonçait par la vapeur que l'on voyait s'en exhaler.

» D'autres expériences ont été faites avec des tonneaux malaxeurs qui fonctionnent à l'usine de MM. Tiphine et qui diffèrent de celui dont il vient d'être question par la disposition des palettes; ils sont mus par une machine à vapeur de 6 chevaux. De même que dans le cas précédent, ce n'est pas contre les parois métalliques du cylindre, mais contre une couche d'argile de 3 centimètres d'épaisseur, que frotte l'argile mise en mouvement.

» La pâte ferme sur laquelle on a opéré ne renfermait, outre son eau de carrière, qu'environ 30 litres d'eau par mètre cube, soit environ 3 pour 100 de son volume ou 2 pour 100 de son poids. Pour cette argile, l'arbre du tonneau fait 4,5 tours par minute, et le tonneau se vide dans l'espace d'environ sept minutes.

» Dans une première expérience, pendant que la rotation s'opérait, la vanne d'écoulement était fermée et on l'ouvrait de temps à autre pour laisser sortir un échantillon d'argile. La température initiale étant 17°,3,

(¹) La machine devait être expédiée d'urgence à l'étranger.

l'argile qui en a été expulsée de cinq en cinq minutes marquait les températures suivantes :

19°, 22°, 25°,3, 27°, 28°,3,

» On a ensuite malaxé la même argile d'une manière continue pendant vingt-cinq minutes, sans ouvrir la vanne, puis on en a fait successivement sortir des morceaux après vingt-cinq, trente-cinq et quarante-cinq minutes de rotation. La température, étant de 18 degrés au commencement de l'expérience, était :

Au bout de 25 minutes	....	36°,3
» 35 »	....	38,8
» 45 »	....	40,1

» L'expérience a encore été reprise sur environ 140 kilogrammes d'argile, le tonneau restant fermé. La température, qui, au début de l'opération, était de 14 degrés, s'est élevée au bout d'une heure jusqu'à 44°,5, soit de plus de 30 degrés.

» Les courbes qui expriment les accroissements thermométriques mesurés s'élèvent moins rapidement vers la fin de l'opération, ce qui s'explique par les causes de refroidissement qui interviennent.

» D'un autre côté, on a opéré dans un tonneau semblable, non plus sur de l'argile ferme, mais sur de l'argile *molle* : c'était la pâte précédemment employée, à laquelle on avait ajouté environ 35 litres d'eau par mètre cube, c'est-à-dire à peu près autant que pour la première opération; la nouvelle pâte était ainsi devenue beaucoup plus plastique que la précédente [1].

» La température, qui était d'abord de 12°,8, était arrivée, après dix minutes de rotation, à 13°,8; après vingt minutes, à 14°,2, c'est-à-dire qu'en vingt minutes cette température ne s'était accrue que d'environ 1°,4, tandis que, dans les expériences précédentes, la même argile moins lubrifiée par l'eau s'était échauffée de 15 degrés pendant le même temps.

» La comparaison de ce dernier résultat avec les précédents montre combien le degré de consistance de l'argile a d'influence sur son échauffement. Toutes conditions égales, la masse s'échauffe beaucoup plus rapidement quand elle est maigre que lorsqu'elle est plastique, ce qui se comprend, à cause de la facilité avec laquelle, dans ce dernier cas, les particules, en quelque sorte lubrifiées, glissent les unes sur les autres. C'est un fait dont il convient de se souvenir pour les déductions géologiques.

(1) Le tonneau faisait alors deux tours par minute.

» Pour un même temps, l'élévation de température produite dans l'argile au moyen des cylindres lamineurs est beaucoup plus grande que celle que l'on obtient dans le tonneau malaxeur. Dans ce dernier cas, l'argile, après avoir subi une forte pression entre la palette et la paroi, s'échappe au bout d'un temps très-court pour ne subir que des mouvements gyratoires; l'échauffement considérable de la masse est dû surtout à la durée de l'opération. On pourrait sans doute le rendre bien plus fort encore, si l'on augmentait la hauteur des palettes qui produisent la principale pression, hauteur qui, dans les machines employées, ne dépassait guère 1 décimètre.

» Dans une prochaine Communication, je chercherai à montrer les déductions qu'on peut tirer des faits qui viennent d'être constatés, pour l'explication de certains phénomènes géologiques, particulièrement pour le métamorphisme. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences ayant pour but de déterminer la véritable origine de la corde du tympan;* par M. A. **Vulpian.**

« La corde du tympan exerce une influence incontestable sur le goût. De nombreux faits cliniques établissent que, lorsqu'un nerf facial se trouve atteint dans la région supérieure de l'aqueduc de Fallope, là où il contient encore les fibres qui s'en séparent plus bas pour former la corde du tympan, la sensibilité gustative peut être notablement affaiblie ou même abolie dans la moitié correspondante de la partie de la langue située en avant du V des papilles caliciformes. La section expérimentale de la corde du tympan, effectuée sur des chiens, a pleinement confirmé les enseignements de la clinique.

» D'autre part, on sait, par les recherches de Claude Bernard et d'autres expérimentateurs, que la corde du tympan, qui n'exerce aucune action motrice sur les muscles de la langue à l'état normal, est le nerf excito-sécréteur de la glande sous-maxillaire, et en même temps le nerf vaso-dilatateur de cette glande et de la langue.

» Ce rameau nerveux diffère donc du nerf facial par ses fonctions : il en diffère même histologiquement, jusqu'à un certain point; car ses fibres sont beaucoup plus grêles que celles de ce nerf.

» Ces diverses particularités et surtout l'influence de la corde du tympan sur la sensibilité spéciale de la langue ont fait naître la pensée que ce

rameau nerveux, malgré sa connexité étroite avec le nerf facial, pouvait bien avoir une origine distincte de celle des fibres motrices de ce nerf. Deux hypothèses principales ont été émises à ce propos.

» Dans la première, on admet que la corde du tympan provient du nerf intermédiaire de Wrisberg. Ce nerf, constitué par plusieurs radicules qui naissent du bulbe rachidien entre le nerf facial et le nerf auditif, serait une racine sensitive du nerf facial et irait rejoindre ce nerf, après avoir traversé le ganglion géniculé, lequel serait l'analogue des ganglions des racines postérieures rachidiennes. Cette hypothèse est modifiée par d'autres anatomistes et physiologistes. Pour les uns, le nerf de Wrisberg serait une racine bulbaire du grand sympathique (Cl. Bernard); pour les autres, ce nerf émanerait du nerf glosso-pharyngien et serait par cela même un nerf sensitif, un nerf gustatif. C'est cette dernière opinion qui, d'après M. Lussana, aurait été exprimée d'abord par Scarpa et mise hors de doute plus tard par Barbarisi : c'est à cette manière de voir que M. Mathias Duval a été conduit tout récemment par ses intéressantes recherches sur l'origine réelle des nerfs crâniens.

» Dans la seconde hypothèse, la corde du tympan n'a plus aucun rapport avec le nerf intermédiaire de Wrisberg, ni avec le nerf glosso-pharyngien. Ce rameau nerveux serait formé de fibres nerveuses provenant du nerf trijumeau (de la branche maxillaire supérieure de ce nerf) et allant, par un trajet assez compliqué, rejoindre le nerf facial dans l'aqueduc de Fallope, au niveau du ganglion géniculé.

» Quelle est celle de ces suppositions qui doit être tenue pour vraie? L'expérimentation peut-elle fournir une réponse catégorique à cette question? C'est là ce que je me suis proposé d'examiner.

» Un premier point me paraissait absolument démontré par les expériences de M. J.-L. Prevost, de Genève. Ce physiologiste a prouvé que l'ablation du ganglion sphéno-palatin, faite sur le chien, ne détermine aucune altération du nerf grand-pétreux superficiel. Or, c'est par l'intermédiaire de ce nerf que, d'après quelques physiologistes, le nerf trijumeau fournirait au nerf facial les fibres qui doivent s'en séparer ensuite pour former la corde du tympan. Cette hypothèse est donc inexacte. J'ajoute que j'ai examiné aussi la corde du tympan elle-même, quelques jours après l'excision du ganglion sphéno-palatin et que je n'y ai pas trouvé une seule fibre nerveuse dégénérée.

» Mais, avant de rechercher si le nerf trijumeau ne fournit pas au nerf facial, par une autre voie, les fibres qui doivent constituer la corde du

tympan, il était tout à fait nécessaire d'examiner si, en réalité, la corde du tympan n'émane pas du nerf facial lui-même, ou du nerf intermédiaire de Wrisberg. J'ai fait de nombreuses expériences pour obtenir des données exactes sur ce point. Je n'en indique ici que les résultats.

» J'ai sectionné le nerf facial, à son entrée dans le trou auditif interne, sur plusieurs chiens. Il est à peine utile de dire que la section du nerf, faite en ce point, porte aussi sur le nerf intermédiaire de Wrisberg. L'examen histologique du nerf facial et de la corde du tympan était pratiqué de dix à vingt jours après l'expérience. Or, tandis que toutes les branches périphériques du nerf facial étaient trouvées dans un état d'altération atrophique plus ou moins avancé, suivant le temps écoulé depuis le jour de l'opération, les fibres nerveuses de la corde du tympan, à l'exception d'un très-petit nombre, de cinq à dix tout au plus, étaient constamment dans l'état le plus sain.

» Je dois dire que, dans ces cas, le nerf grand-pétreux superficiel était altéré : il contenait cependant quelques rares fibres saines. En outre, j'ai constaté constamment que les rameaux nerveux du muscle interne du marteau ne contenaient, dans ces conditions, que des fibres saines.

» Sur d'autres chiens, j'ai réussi à couper le nerf facial près de son origine réelle, au-dessous du plancher du quatrième ventricule. Les résultats ont été absolument les mêmes. Toutes les fibres des ramifications périphériques du nerf facial, examinées plusieurs jours après l'opération, offraient des degrés variés d'altération atrophique, suivant que l'animal avait survécu plus ou moins longtemps. La corde du tympan, comme dans le cas précédent, demeurait entièrement saine et ne contenait qu'un nombre tellement faible de fibres altérées qu'on ne parvenait à les apercevoir qu'avec d'assez grandes difficultés.

» De cette première série d'expériences on pourrait être tenté de conclure que la corde du tympan ne provient ni du nerf facial proprement dit, ni du nerf intermédiaire de Wrisberg. Mais une telle conclusion serait discutable. Il se peut, en effet, que la corde du tympan, bien qu'émanant en réalité du nerf facial ou du nerf intermédiaire de Wrisberg, ait pour centre trophique le ganglion géniculé, lequel remplirait, à l'égard de ce rameau nerveux, le rôle que jouent les ganglions des racines postérieures par rapport à ces racines. On s'expliquerait facilement, s'il en était ainsi, pourquoi les sections du nerf facial et du nerf intermédiaire, pratiquées au niveau du point où ces nerfs pénètrent dans le trou auditif interne et par conséquent entre ce ganglion et le bulbe rachidien, n'ont pas pour conséquence l'altération de la corde du tympan.

» Les expériences qui précèdent ne peuvent donc pas fournir une réponse décisive à la question que nous voulions examiner.

» J'ai dû entreprendre d'autres expériences pour rechercher quelle influence aurait sur la corde du tympan la section intra-crânienne du nerf trijumeau. C'est sur des lapins que ces expériences ont été instituées. Bien que nombreuses, elles ne m'ont donné que peu de résultats significatifs, parce que plusieurs animaux sont morts trop peu de jours après l'opération pour que les nerfs coupés aient pu présenter des altérations bien nettes, ou parce que, chez plusieurs d'entre eux, la section du nerf était loin d'être complète. Une autre raison à joindre à celles-ci, c'est que, sur plusieurs lapins, le nerf facial a été coupé ou contusionné en même temps que le nerf trijumeau était sectionné. Voici, en quelques mots, les résultats des expériences dans lesquelles, le nerf trijumeau ayant été bien coupé à l'intérieur du crâne, les animaux ont survécu au moins huit à vingt jours.

» Lorsque le nerf facial a été coupé ou contusionné en même temps que le nerf trijumeau, constamment les fibres de la corde du tympan ont été trouvées plus ou moins altérées, suivant le temps écoulé depuis le jour de l'opération.

» Lorsque le nerf trijumeau a été seul intéressé, les résultats ont varié, probablement selon que la section était plus ou moins complète. J'ai éprouvé, je dois le dire, de grandes difficultés pour couper entièrement le nerf trijumeau dans le crâne, sans faire des délabrements mortels : presque toujours, sinon toujours, une branche ou une autre du nerf a échappé à la section. Dans un cas où tout le nerf trijumeau a été coupé, sauf une partie de la branche maxillaire supérieure, et où le nerf facial avait échappé à toute atteinte de l'instrument, la corde du tympan était complétement altérée. L'examen, soit de la partie intra-pétreuse du nerf facial en deçà du ganglion géniculé, soit des branches de ce nerf au niveau du masséter, a montré que toutes ses fibres étaient saines. J'ajoute, bien que cela n'ait point de rapport avec l'objet de mes recherches actuelles, que, toutes les fois que les branches du nerf masticateur ont été trouvées altérées, les ramuscules nerveux du muscle interne du marteau étaient aussi totalement altérées.

» Cette seconde série d'expériences semble venir à l'appui de la première et m'autoriserait peut-être à conclure dès à présent que la corde du tympan provient, non du nerf facial ou du nerf intermédiaire de Wrisberg, mais bien du nerf trijumeau. Cependant toutes les incertitudes de la question ne me paraissent pas encore complétement dissipées, et j'ai dû recourir

à d'autres expériences qui décideront de la valeur de celles que je viens de mentionner. J'espère pouvoir en communiquer bientôt les résultats à l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur la production des systèmes laminaires de Plateau.* Note de M. A. Terquem.

« M. Plateau, par l'emploi d'un mélange d'eau de savon et de glycérine, a réalisé des lames liquides d'une certaine étendue, et a pu ainsi vérifier la plupart des lois relatives à la forme des surfaces qui limitent les liquides dont les molécules sont soumises uniquement à leurs actions réciproques.

» J'ai indiqué, il y a quelques années, que l'on pouvait remplacer le liquide glycérique par un mélange d'eau de savon et de sucre, ce dernier corps ayant surtout pour effet, comme la glycérine, d'augmenter la viscosité du liquide et d'empêcher l'écoulement trop rapide de ce dernier. La production des systèmes laminaires de M. Plateau exige l'emploi d'une grande quantité de liquide, quand on veut employer des polyèdres dont les arêtes aient une assez grande dimension.

» J'ai pensé que l'on pourrait obtenir facilement de grandes lames liquides, en les limitant en partie par des fils flexibles, au lieu de se servir uniquement dans ce but de fils rigides.

» Si l'on réunit ainsi deux tiges horizontales par deux fils flexibles verticaux et équidistants, on obtient, en plongeant le système dans le liquide saponique et le relevant lentement, une lame plane verticale, limitée en haut et en bas par les deux tiges rigides, et latéralement par les fils flexibles, qui prennent la forme d'arcs de cercle. Le rayon de ce cercle dépend évidemment du poids tenseur. On démontre facilement que, si l'on désigne par l l'*écartement* des deux fils flexibles, par R le *rayon* de l'arc de cercle qu'ils constituent, par φ l'*angle avec la verticale* de la tangente à cet arc au point d'attache du fil avec la tige inférieure, par f la *tension superficielle* de chacune des deux surfaces de la lame liquide, et enfin par p le *poids tenseur*, on a la relation

$$p = 2f(l + 2R\cos\varphi).$$

» Tout se passe donc comme si la distance des fils était égale à la dis-

tance des centres des deux arcs de cercle, et qu'on supprimât la tension des fils.

» J'ai naturellement soumis cette formule à une série de vérifications expérimentales, en mesurant, à l'aide du cathétomètre, la diminution que subit la distance verticale des deux tiges horizontales, quand existe entre elles une lame liquide.

» Si H est la longueur primitive des fils flexibles, et H' la nouvelle distance verticale des tiges horizontales, on a, pour trouver le rayon du cercle et l'angle φ, qu'à résoudre les deux équations

$$H' = 2R\sin\varphi \quad \text{et} \quad 2R\varphi = H,$$

d'où l'on déduit

$$H'\varphi = H\sin\varphi.$$

» Comme l'angle φ est généralement assez faible, on peut résoudre cette équation transcendante avec une approximation suffisante, en remplaçant le sinus par $\varphi - \frac{\varphi^3}{6}$.

» J'ai obtenu par ce procédé, comme moyenne d'un certain nombre de déterminations, pour la valeur de f, le nombre $2^{mg},79$. En mesurant la tension superficielle par l'emploi du compte-gouttes, j'ai obtenu au contraire le nombre $3^{mg},47$, qui est notablement supérieur au précédent. Cette différence, qui me surprit d'abord, trop forte pour être attribuée à des erreurs d'expérience, aurait besoin d'être contrôlée par d'autres déterminations analogues, faites sur d'autres liquides, assez rares d'ailleurs, qui peuvent former des lames d'une grande étendue. Elle pourrait être due, d'après M. Duclaux, auquel j'ai soumis cette difficulté, à ce que, dans une lame très-mince, comme une lame d'eau de savon, la tension superficielle a une valeur moindre que dans la surface libre du même liquide en masse indéfinie, ce qui indiquerait que l'épaisseur de la couche de liquide, dans laquelle les molécules ont cette disposition anormale qui produit la tension superficielle, est supérieure à la moitié de l'épaisseur de la lame d'eau de savon.

» J'ai pu, grâce à la même disposition, réaliser d'autres expériences propres à mettre en évidence la tension superficielle des liquides ; en outre, en remplaçant dans les polyèdres de Plateau, tels que le tétraèdre, le cube, l'octaèdre, etc., un certain nombre de tiges rigides par des fils flexibles, on produit très-facilement, et avec une quantité minime de liquide, des systèmes laminaires de dimensions très-considérables et un certain nombre de ces surfaces caractérisées par cette propriété que leur courbure moyenne est nulle. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur les lois de formation et de translation des tourbillons;* par M. F.-F. HÉBERT. (Extrait.)

« Dans un travail que j'ai publié, l'an dernier, dans *l'Atlas météorologique de France,* j'ai pu, en étudiant les remarquables coups de sirocco qui se sont produits pendant l'hiver 1876-1877 dans le sud-ouest de la France, établir la théorie de ces phénomènes.

» J'avais constaté que des phénomènes analogues se produisent partout où de grandes chaînes de montagnes sont franchies par les courants atmosphériques, et en particulier sur le continent américain, à la traversée des montagnes Rocheuses, où le sirocco se montre avec une force et une continuité des plus remarquables. J'ai pensé qu'il y aurait intérêt à faire une étude complète de ces phénomènes dans cette région, en profitant de l'importante organisation météorologique que l'on y rencontre. 88 stations sont établies sur le vaste territoire qui s'étend du lac Winnipeg au golfe du Mexique et du Pacifique à l'Atlantique. Dans toutes ces stations, les observations sont faites trois fois par jour avec des instruments uniformes, et ces observations, transmises télégraphiquement à Washington, sont, par les soins du *Signal office,* reportées immédiatement sur des cartes qui donnent pour chaque station les divers éléments météorologiques.

» Ce sont ces excellentes cartes que j'ai dépouillées pour une période de six mois, du 1er octobre 1876 au 31 mars 1877. Les résultats détaillés de cette étude sont exposés dans mon Mémoire. Voici quelles sont les conclusions auxquelles j'ai été conduit :

» 1° Pendant la période que j'ai étudiée, le sirocco se manifeste d'une façon presque continue sur le versant oriental des diverses chaînes qui enserrent le continent américain. Il est surtout remarquable près des montagnes Rocheuses, qui constituent la chaîne la plus élevée ; mais on en trouve aussi au pied des Alleghanys et près des montagnes qui bordent l'océan Pacifique, les Coast Range et la Sierra Nevada.

» Ce sirocco se produit toujours, pour chaque chaîne, en des points parfaitement déterminés, précisément en face des cols qui établissent la communication entre deux grandes vallées prenant naissance au même point sur les deux versants : tel est celui qui existe près de Cheyennes, entre les sources du Colorado et celles de la Nébraska, et par lequel passe le *Great Pacifique Railway* (1).

---

(1) Toutefois, le sirocco ne se produit pas toujours partout également et avec la même

» 3° Chaque coup de sirocco est accompagné de la formation d'un tourbillon, qui est nettement accusé par une forte baisse barométrique, et par la rotation des vents autour du centre. Ce tourbillon persiste au point où il s'est formé, aussi longtemps que dure le coup de sirocco qu'il a produit; dès que celui-ci cesse, le tourbillon s'éloigne, et est généralement remplacé presque immédiatement au même point par un nouveau.

» 4° Au commencement d'un coup de sirocco, l'air présente son plus grand degré de sécheresse, qui peut être extrême, puis l'humidité relative augmente peu à peu et l'air finit par atteindre la saturation; aussi, chaque coup de sirocco est-il suivi, pour les pays parcourus par le tourbillon dans sa marche, de pluies abondantes souvent accompagnées d'orages.

» 5° Ces tourbillons ont une tendance à se rapprocher, à s'unir, à se confondre de façon à constituer des dépressions plus puissantes, qui s'éloignent alors en suivant toujours les vallées des grands fleuves et les dépressions du sol pour prendre une direction générale vers le nord-est. La grande chaîne de lacs qui occupe le nord du continent américain et aboutit au Saint-Laurent leur offre une voie qu'ils affectionnent particulièrement. Quelques-uns descendent du Nouveau-Mexique par la vallée du Rio del Norte sur le golfe, puis viennent aborder le nord de la Floride, pour s'élever de là vers le nord-est, en suivant les côtes de l'Atlantique ou le versant oriental des Alléghanys. Ces divers tourbillons sont fréquemment déviés de leur route par l'attraction qu'exercent sur eux ceux près desquels ils passent, et auxquels ils tendent toujours à se réunir de façon à constituer des dépressions de plus en plus puissantes.

» 6° Tous ces tourbillons finissent par arriver soit sur le golfe du Saint-Laurent, soit sur la côte orientale de la Nouvelle-Écosse, au sud de Terre-Neuve; on les voit ensuite s'éloigner progressivement.

» Pour savoir ce que deviennent ces tourbillons, après qu'ils ont quitté le continent américain, j'ai discuté pour la même période les observations de Stikkisholen en Islande, de Torshavn aux îles Feroe, de Guttraub au Groënland, extraites du *Bulletin international de Washington*, et celles de

persistance, et cela dépend de l'époque de l'année. Ainsi, en octobre, il se fait sentir jusqu'à Punbina et fort Gurry, stations situées dans la Nouvelle-Bretagne par 49 à 50 degrés de latitude; en novembre, il y disparaît complétement et s'affaiblit déjà à Virginia-City par 45 degrés de latitude; en décembre, il a presque cessé à Cheyennes, à North Platte (41°), ainsi qu'à Deuver (39°); pendant la première quinzaine de janvier, il s'affaiblit même à Santa-fé (36°) et ne souffle plus qu'au Texas, mais, dès la seconde quinzaine, il reprend avec plus de force; en février, il reparaît aussi plus violent à Cheyennes, à Deuver, surtout pendant la seconde moitié du mois, et enfin il y retrouve en mars toute son intensité.

Angra do Heroismo aux Açores, publiées par l'Observatoire de Lisbonne. J'ai pu reconnaître que tous ces tourbillons se dirigent vers l'Europe septentrionale, et viennent d'ordinaire passer dans la grande ouverture qui existe entre les côtes occidentales des îles Britanniques et de la Norwége et la côte orientale du Groënland; quelques-uns embouquent le canal Saint-Georges ou même la Manche, pour aller gagner la mer du Nord.

» J'avais précédemment tracé, pour cette même période, à l'aide des observations journalières accomplies dans près de 300 stations réparties sur toute la surface de l'Europe, dans la Sibérie et en Algérie, les lignes isobares pour toute cette portion de l'ancien continent. Ces cartes, exécutées pour chaque jour et deux fois par jour, m'avaient permis de discuter complétement la marche des tourbillons sur le continent et de les suivre jusqu'aux extrémités de l'Asie, où ils disparaissent sur la mer d'Okhostsk. Il m'a été possible, après avoir suivi les tourbillons américains sur l'Atlantique, d'identifier la plupart d'entre eux avec ceux que j'avais précédemment étudiés, et par conséquent de tracer leur trajectoire depuis les chaînes montagneuses de l'Amérique jusqu'à la mer d'Okhostsk. J'ai même trouvé des indices qui me portent à croire que ces tourbillons traversent de nouveau l'extrême nord de l'Amérique, se dirigeant vers la baie d'Hudson pour atteindre encore le Groënland et l'Islande, avant de disparaître définitivement vers les mers polaires.

» La plupart de nos tourbillons ont donc leur origine dans les montagnes de l'Amérique; mais j'ai pu aller plus loin et démontrer, à l'aide des observations des Antilles, de la Colombie et de la Guyane hollandaise, que d'autres dépressions qui viennent également en Europe se forment dans la chaîne montagneuse de l'Amérique centrale et même dans la partie nord des Andes. Ces dernières nous sont signalées, comme nous l'avons montré, par les observations de Madère; telle est celle qui suscita, le 9 et le 10 novembre 1876, une violente tempête aux Canaries et à Madère et qui le 11 dévasta le Portugal.

» Nous sommes donc amenés à cette conclusion, que tous les tourbillons qui viennent de l'Atlantique prennent naissance dans les montagnes américaines.

» J'ai pu démontrer que des phénomènes semblables se manifestent en Europe, au passage des nombreuses chaînes qui parcourent cette partie du monde, et en particulier de celles qui bordent de tous côtés le bassin méditerranéen ou qui forment la côte sud du golfe de Gascogne. Ainsi se constituent, par la réunion succincte de ces nombreux petits tourbillons, les

puissantes dépressions qui parcourent les mers resserrées et y suscitent souvent de violentes tempêtes. J'ai pu les suivre dans tous les détails de leur formation et en tracer les trajectoires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption ultra-violets des terres de la gadolinite.* Note de M. **J.-L. Soret.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Des recherches récentes (¹) ont conduit M. Marignac à admettre, avec M. Delafontaine, la présence, dans la gadolinite, de trois terres, dont deux, l'yttria et l'erbine, sont relativement bien connues, tandis que l'existence de la troisième, la terbine (erbine de Mosander) a été contestée par MM. Bahr et Bunsen, ainsi que par MM. Clève et Hoglund. En outre, M. Marignac a appuyé par certaines observations l'opinion de M. Delafontaine, qui considère comme très-probable l'existence d'une quatrième terre, se rapprochant de la terbine par sa couleur jaune, mais en différant par un poids atomique plus faible (²). Je la désignerai par X, M. Delafontaine, qui l'a découverte, ne lui ayant pas encore donné un nom.

» Le spectre d'absorption de l'erbine est caractérisé, comme on le sait, par des bandes d'absorption très-nettes dans la partie lumineuse, et l'on ne connaît guère que le didyme qui partage cette propriété d'une manière aussi tranchée. Les autres terres de la gadolinite ne donnent rien de semblable dans la partie lumineuse du spectre ; mais on peut se demander si, dans l'ultra-violet, il n'existe pas de bandes d'absorption caractérisant ces diverses bases. C'est là une question qui présente de l'intérêt et que M. Marignac m'a mis à même de résoudre en me confiant les produits suivants, qu'il avait obtenus dans les recherches mentionnées plus haut :

» 1° Une solution de chlorure d'erbium, $\dot{E}rCl^2 + 50\,Aq$. M. Marignac avait trouvé le chiffre 129 pour l'équivalent de l'oxyde qui a servi à cette préparation (³).

(¹) Voir *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1878, p. 283.

(²) *Ibid.*, p. 273.

(³) Je conserve les formules adoptées par M. Delafontaine et M. Marignac dans leurs Mémoires.

» 2° Une solution de chlorure de terbium, $Tr Cl^2 + 50 Aq$, préparée avec la terre jaune pour laquelle l'équivalent est 115. Ce produit ne donne lieu, dans la partie lumineuse du spectre, qu'à quelques raies d'absorption très-peu apparentes; il est donc à peu près complétement dépourvu d'erbine.

» 3° Une solution, dans l'acide chlorhydrique, de celui des mélanges d'oxyde qui avait paru contenir la plus forte proportion de cette nouvelle terre X. Cette solution est deux fois plus concentrée que les précédentes, $2 R Cl^2 + 50 Aq$; son spectre d'absorption, dans la partie lumineuse, présente toutes les raies de l'erbine, notablement plus marquées que celles de la liqueur 1; elle contient donc plus de chlorure d'erbium que cette dernière. Son équivalent est 117.

» Ces trois solutions peuvent être considérées comme ne contenant pas ou fort peu d'yttrium.

» Enfin, M. Marignac a bien voulu me remettre une solution de chlorure d'yttrium, $Yt Cl^2 + 50 Aq$, et une solution de chlorure de didyme, $Di Cl^2 + 50 Aq$.

» J'ai d'abord examiné la partie la plus réfrangible du spectre d'absorption de ces liqueurs, sous une épaisseur de 1 centimètre, en employant des étincelles d'induction comme source de lumière [1]. J'ai reconnu que l'yttria donne une bande d'absorption bien caractérisée entre les raies 17 et 22 du cadmium. Les solutions 1, 2 et 3 produisent aussi une bande à peu près dans la même position [2]. Mais je n'insiste pas sur ces observations, qui n'ont qu'un intérêt secondaire pour le moment. C'est avec la lumière solaire qu'il convient d'examiner ces substances, en employant de préférence un prisme de spath d'Islande, qui disperse plus que le quartz.

» Avec le chlorure d'yttrium je n'ai obtenu aucune raie d'absorption, dans l'étendue entière du spectre solaire. Il en a été autrement avec les autres solutions.

» La figure ci-contre représente schématiquement les résultats des observations. Dans la partie supérieure du dessin, sont tracées les principales raies solaires violettes et ultra-violettes; au-dessous, sont figurés les spectres des liqueurs 1, 2 et 3; au-dessous encore, le spectre du didyme.

» La liqueur 2, qui a été examinée d'abord, présente, outre quelques bandes moins apparentes, une raie étroite entre les raies solaires M et N (je la désignerai par ν); puis une bande plus large (ω) entre N et O; enfin une forte raie (ρ) un peu au delà de Q.

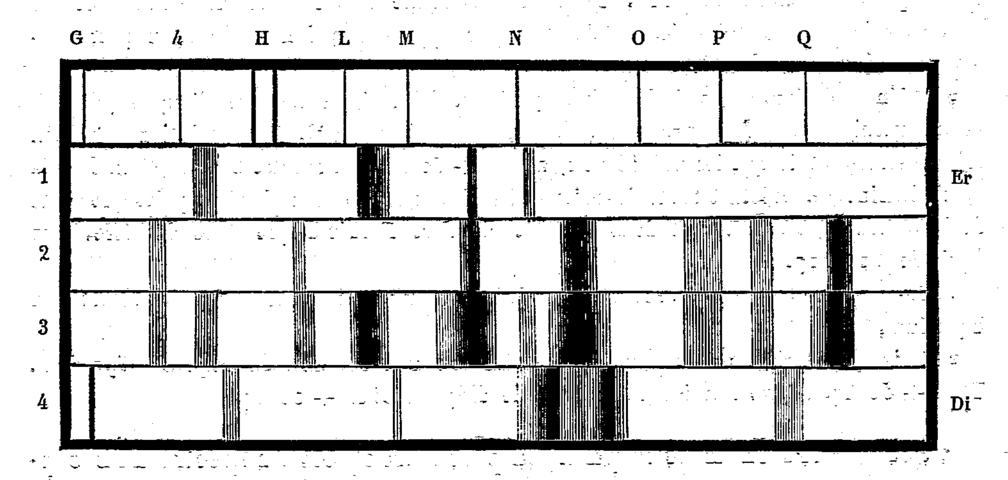
» La liqueur 1 (erbine) présente une bande très légère (θ) un peu plus réfrangible que h; une forte raie (μ) très-noire et très-caractéristique, entre L et M; une raie moins forte, coïncidant sensiblement avec la raie ν du spectre n° 2, mais plus étroite; enfin, une raie

---

(1) J'ai précédemment décrit le procédé d'expérimentation. (Voir *Comptes rendus*, 18 mars 1878, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1878, p. 322.)

(2) Les liqueurs 2 et 3, étendues d'eau, donnent encore une bande d'absorption sur la raie 25 du cadmium.

légère (ω) un peu après N. En outre, on aperçoit avec quelques difficultés une trace des raies principales de la liqueur 2 (on ne les a pas figurées dans le spectre n° 1.)



» Comme on le voit, ces deux spectres sont très-différents. Le premier doit évidemment être attribué à l'erbine. La solution 2 ne renfermant pas une proportion sensible d'erbium, puisqu'elle n'en donne pas les raies, ni dans le visible, ni dans l'ultra-violet, et ne contenant pas non plus d'yttrium, qui d'ailleurs ne produit pas de bandes, il faut admettre que le spectre n° 2 appartient à une troisième base : ma première pensée a naturellement été de l'attribuer à la terbine.

» Mais l'étude de la solution 3 conduit à une autre conclusion. En effet, ce mélange, comme on le voit dans le spectre n° 3, reproduit sans exception les bandes des spectres n° 1 et n° 3, et toutes *beaucoup plus marquées*. Il contient donc plus d'erbine que la solution 1 (ce que l'examen du spectre lumineux avait déjà démontré) et plus de la substance à laquelle est dû le spectre n° 2 que de la solution 2. Or, comme il est seulement une fois plus concentré que les liqueurs 1 et 2, il faut nécessairement admettre, outre l'erbine et la terbine, la présence d'une autre terre.

» J'ajoute que la liqueur 3, étendue de son volume d'eau et ramenée ainsi au même degré de concentration que 1 et 2, donne les bandes de l'erbine un peu moins fortes que 1 et les bandes du spectre n° 2 *notablement plus apparentes* qu'avec la solution 2. On doit en conclure, en tout cas, que ce n'est pas à la terbine qu'appartient le spectre n° 2.

» En résumé, le spectre n° 1 est incontestablement celui de l'erbine. Quant au spectre n° 2, l'hypothèse la plus simple consiste à l'attribuer à la nouvelle base X, en conservant le nom de *terbine* à la terre jaune qui ne présente de bandes d'absorption ni dans la partie lumineuse du spectre ni dans l'ultra-violet, et dont le poids atomique est intermédiaire entre celui de l'erbine et celui de X, comme cela résulte des recherches de M. Delafontaine et de M. Marignac [1]. »

---

[1] Avec la solution 1, j'ai retrouvé, dans la partie visible du spectre, toutes les raies

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation des arséniures métalliques.* Deuxième Note de M. **A. Descamps.**

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Des Cloizeaux, Debray.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, avec une série d'échantillons des arséniures métalliques que j'ai obtenus, des indications sur les propriétés et les conditions de production de quelques-uns d'entre eux.

Arséniures de plomb, Pb = 206,92. — Les combinaisons du plomb avec l'arsenic sont très-altérables à l'air : il est bon de les conserver dans de l'eau bouillie, ou dans un carbure d'hydrogène.

» Par réduction de l'arséniate de plomb par le cyanure de potassium, j'ai obtenu un culot métallique brillant. Sa densité est de 9,55. Sa constitution répond à la formule Pb As.

» Si l'on fait passer, sur du plomb fondu, dans une nacelle, un courant de vapeurs d'arsenic entraînées par un courant d'hydrogène, ou mieux si l'on fait agir l'arsenic métallique en excès sur le plomb en présence de l'acide borique, à une température aussi basse que possible, on obtient, quand les vapeurs arsénicales cessent de se dégager, un culot métallique dont la constitution peut être représentée par la formule Pb^3As^4. La densité est 9,65.

» Ce composé, chauffé quelque temps dans l'acide borique, à une température plus élevée, perd de l'arsenic et sa constitution devient Pb^3As^4, qui contient environ 80 pour 100 de plomb. La densité est de 9,76.

» En chauffant encore plus longtemps le plomb arsénical, il ne perd plus sensiblement d'arsenic et en conserve de 15 à 16 pour 100; constitution très-voisine de Pb^2As.

» *Arséniures de nickel*, Ni = 59. — La réduction de l'arséniate de nickel par le cyanure de potassium m'a donné un culot métallique très-brillant, cristallisé, dont la densité est 7,71. La composition est Ni^3As^2 = 0,541. Ce même composé a été trouvé cristallisé près d'un four (Gmelin).

» Cet arséniure, refondu dans l'acide borique, devient Ni^3As.

» J'ai obtenu ce même composé directement, en réduisant l'oxyde de nickel par le cyanure de potassium en présence d'un excès d'arsenic métallique. La température ayant été assez élevée, lorsque tout l'excès d'arsenic se fut volatilisé, j'ai trouvé un culot métallique ayant la constitution Ni^3As.

---

de l'erbine qui ont été décrites par MM. Bahr et Bunsen (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1866, t. CXXXVII, p. 1); mais quelques-unes des moins importantes d'entre elles me paraissent appartenir à la terre X : ce sont les raies correspondant aux degrés 38 et 67 de l'échelle de M. Bunsen. En outre, la bande 110 correspond à la superposition d'une raie assez nette de l'erbine et d'une bande moins tranchée de la terre X. En effet, ces trois raies sont visibles avec la liqueur 2, qui ne donne pas sensiblement les raies les plus caractéristiques de l'erbine; elles deviennent très-apparentes avec la solution 3.

» *Arséniure de cadmium*, Cd = 112. — J'ai obtenu très-facilement l'arséniure de cadmium en réduisant l'arséniate par le cyanure de potassium. C'est un culot métallique, d'un blanc légèrement rougeâtre. La densité est 6,26, la composition Cd^3As.

» *Arséniures de zinc*, Zn = 55. — La combinaison directe seule a jusqu'ici donné des résultats.

» Lorsqu'on fait passer de l'arsenic métallique, entraîné par un courant d'hydrogène, sur du zinc chauffé à une température inférieure à la fusion, on obtient un arséniure en cristaux brillants octaédriques, et, dans les parties plus chaudes du tube, des aigrettes ou houppes soyeuses de petites aiguilles enchevêtrées. Ces cristaux ont la même constitution, qui répond à la formule Zn^3As^2.

» Le zinc fondu avec l'arsenic dans l'acide borique donne un composé mal défini, à cause de la volatilité du zinc. Il paraît se rapprocher de la formule Zn^3As et constitue un alliage assez homogène.

» *Arséniures de fer*, Fe = 56. — Le fer forme avec l'arsenic des composés mal définis.

» L'arséniure obtenu par réduction de l'arséniate par le cyanure de potassium a pour constitution Fe As.

» En fondant de l'arsenic métallique et du fer en limaille sous l'acide borique, à une température aussi basse que possible, on obtient un arséniure blanc, métallique, aggloméré, qui présente la formule Fe^3As^2.

» Cet arséniure, refondu à une température plus élevée, devient compacte, couleur de l'acier, très-cassant et a pour constitution Fe^3As. L'arséniure provenant de l'arséniate, refondu et chauffé quelque temps sous l'acide borique, reproduit ce même arséniure.

» Enfin les arséniures de fer, chauffés longtemps sous l'acide borique, retiennent cependant toujours de 16 à 17 pour 100 d'arsenic, et donnent un métal blanc d'acier, très-cassant.

» *Arséniure de bismuth*, Bi = 210. — Le bismuth métallique, chauffé avec un excès d'arsenic sous une couche d'acide borique, à une température aussi basse que possible, retient 0,323 d'arsenic et possède la constitution Bi^3As^4. Sa densité est 8,45.

» *Arséniure d'étain*, Sn = 118. — L'étain, chauffé dans un creuset sous l'acide borique avec un excès d'arsenic, à température aussi basse que possible, en retient 48 pour 100 et donne un arséniure bien cristallisé, cassant. Sa densité est 6,56. Sa formule répond à Sn^2As^3.

» *Arséniure d'antimoine*, Sb = 122. — L'antimoine chauffé avec de l'arsenic, dans les mêmes conditions que les précédents, constitue un arséniure cristallisé, d'une couleur un peu différente de celle de l'antimoine. Sa densité est 6,46, et sa constitution répond à la formule Sb^2As.

» Ces études sont encore incomplètes, particulièrement pour les derniers métaux que je viens d'indiquer. Je compte les poursuivre. »

M. W. Sevier adresse, de Jonesboro (Tennessée), par l'entremise de M. le Ministre de France à Washington, un Mémoire sur le choléra de 1873 aux États-Unis.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. H. Wood adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Cl.-G. Lange adresse une Note relative aux accidents de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des Chemins de fer.)

MM. J.-C. Michelet et A. Baudou adressent une Note relative à une nouvelle machine à vapeur à connexion directe, sans bielle ni manivelle.

(Renvoi à la Commission des machines à vapeur.)

M. Vallat-Fleury adresse, par l'entremise de M. Tresca, un Mémoire sur une nouvelle machine à air comprimé.

(Renvoi à la même Commission.)

M. Fr. Helling adresse une Note relative à divers appareils automatiques, fondés sur les variations de volume des liquides sous l'action des variations de la température de l'atmosphère.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains.)

M. A. Thuet, M. Ramel adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, en exécution du décret du 21 février 1878, invite l'Académie à dresser, dans l'une de ses plus prochaines séances, une liste de deux candidats pour les fonctions, actuellement vacantes, de Directeur de l'Observatoire de Paris.

Cette Lettre est préalablement renvoyée à une Commission formée par la

réunion des Sections de Sciences mathématiques et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome XIV de la « Revue de Géologie, années 1875 et 1876 », par MM. *Delesse* et *de Lapparent;*

2° Une « Étude sur l'utilisation de la vapeur dans les locomotives, et l'application à ces machines du fonctionnement Compound » par M. *A. Mallet;*

3° Une brochure de M. *H. Cernuschi*, intitulée « le Bland Bill ».

MÉCANIQUE. — *Sur la composition des accélérations d'ordre quelconque et sur un problème plus général que celui de la composition des mouvements.* Note de M. **Maurice Levy**.

« Depuis que M. Resal a introduit en Cinématique et exposé, dans son *Traité de Cinématique pure*, la théorie de la suraccélération, les accélérations des divers ordres, dans le mouvement simple d'un point ou d'une figure plane invariable, ont été, de la part des géomètres, l'objet de bien des recherches intéressantes, parmi lesquelles on doit citer notamment celles de M. Bouquet, déduites des formules de M. Serret sur les courbes gauches, celles de M. Somof et celles de M. Nicolaïdès. Mais il n'est pas à notre connaissance qu'on ait résolu ou même posé, dans sa généralité, le problème de la composition des accélérations d'ordre quelconque, problème que M. Resal a résolu pour la suraccélération. Nous avons été amené tout récemment à nous occuper de cette question, à l'occasion des conférences de Mécanique que nous faisons à l'École Polytechnique, et la solution que nous en donnons nous paraît très-digne d'intérêt par sa simplicité et par la facilité avec laquelle elle peut être obtenue.

» Soient M la position d'un mobile à l'instant t; x, y, z ses coordonnées relativement à un système d'axes *fixes* rectangulaires ou obliques; soient respectivement R, E, M' les positions qu'il occuperait au bout d'un intervalle de temps Δt dans le mouvement relatif, dans le mouvement d'entraînement et dans le mouvement résultant.

» Désignons par Δx, $\Delta' x$, $\Delta'' x$ les projections sur l'axe des x des déplacements MR, ME, MM' et par les mêmes notations, où la lettre x est remplacée par y ou z, les projections de ces déplacements sur les deux autres axes.

» En projetant sur l'axe des x le triangle MRM', on aura

$$\Delta x = \Delta' x + \Delta''_1 x,$$

en appelant $\Delta''_1 x$ la projection, sur l'axe des x, du déplacement RM' du point R dans le mouvement d'entraînement. Or, $\Delta'' x$ désignant la projection du déplacement du point M dans ce même mouvement, on obtiendra $\Delta''_1 x$ en remplaçant, dans l'expression de $\Delta'' x$, les coordonnées x, y, z du point M par celles $x + \Delta' x, y + \Delta' y$, $z + \Delta' z$ du point R. Mais les projections $\Delta'' x$, $\Delta'' y$, $\Delta'' z$ du déplacement fini ou infiniment petit d'un point M considéré comme faisant partie d'un système invariable sont des fonctions *linéaires* des coordonnées de ce point, d'où résulte

$$\Delta''_1 x = \Delta'' x + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial x} \Delta' x + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial y} \Delta' y + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial z} \Delta' z;$$

et, par suite, l'équation écrite plus haut donne rigoureusement, quel que soit l'intervalle de temps Δt,

$$(1) \qquad \Delta x = \Delta' x + \Delta'' x + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial x} \Delta' x + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial y} \Delta' y + \frac{\partial \Delta'' x}{\partial z} \Delta' z.$$

» Cette équation contient, à elle seule, les lois de la composition des accélérations de tous les ordres. En effet, développons-en les deux membres, suivant les puissances ascendantes de Δt. Soient, à cet effet, X_n, Y_n, Z_n les trois composantes de l'accélération d'ordre n dans le mouvement résultant, les mêmes composantes dans le mouvement relatif étant représentées par X'_n, Y'_n, Z'_n et, dans le mouvement d'entraînement, par X''_n, Y''_n, Z''_n. Par définition, les composantes X_n, Y_n, Z_n de l'accélération d'ordre n dans un mouvement sont les dérivées $\frac{d^{n+1}x}{dt^{n+1}}$, $\frac{d^{n+1}y}{dt^{n+1}}$, $\frac{d^{n+1}z}{dt^{n+1}}$ des coordonnées du mobile; d'où résultent $\Delta x = \sum_{n=1}^{n=\infty} X_n \frac{\Delta t^{n+1}}{(n+1)!}$, $\Delta' x = \sum_{n=1}^{n=\infty} X'_n \frac{\Delta t^{n+1}}{(n+1)!}$,

$$(a) \qquad \Delta'' x = \sum_{n=1}^{n=\infty} X''_n \frac{\Delta t^{n+1}}{(n+1)!},$$

et des expressions analogues pour Δy, Δz; $\Delta' y$, $\Delta' z$; $\Delta'' y$, $\Delta'' z$. Portant ces valeurs dans l'équation (1) et égalant les coefficients de Δt^{n+1}, il viendra, par des calculs faciles,

$$(b) \qquad X_n = X'_n + X''_n + \sum_{i=0}^{i=n-1} \frac{(n+1)n(n-1)\ldots(n-i+1)}{1.2.3\ldots(i+1)} \times \left(\frac{\partial X''_{n-i-1}}{\partial x} X'_i + \frac{\partial X''_{n-i-1}}{\partial y} Y'_i + \frac{\partial X''_{n-i-1}}{\partial z} Z'_i \right),$$

et deux formules analogues pour les composantes parallèles aux y et aux z.

» Ces formules sont susceptibles d'une interprétation géométrique très-élégante. En effet, puisque la projection $\Delta''x$, sur un axe quelconque, du déplacement d'un point, dans le mouvement d'entraînement, est une fonction linéaire des coordonnées x, y, z de ce point, il en est nécessairement de même, en vertu de l'équation (a), des accélérations de tous les ordres X''_n. Et si nous décomposons le mouvement du système de comparaison en deux autres, l'un de translation égal au déplacement du point M, l'autre relatif à trois axes de direction constante Mx', My', Mz' passant par ce point, les composantes, dans ce dernier mouvement, de l'accélération d'ordre j d'un point du système, ayant pour coordonnées x', y', z' relativement aux axes passant par le point M, sont les quantités X''_j, Y''_j, Z''_j privées de leurs termes indépendants, c'est-à-dire que ces composantes sont à la fois linéaires et homogènes, de sorte que la composante parallèle à l'axe Mx', par exemple, sera

$$\frac{d X''_j}{\partial x} x' + \frac{d X''_j}{\partial y} y' + \frac{d X''_j}{\partial z} z'.$$

» Or, si l'on construit la ligne MA_i représentant l'accélération d'ordre i du point M dans son mouvement relatif, les coordonnées du point A_i par rapport aux axes Mx', My', Mz' seront X'_i, Y'_i, Z'_i; par suite,

$$\frac{d X''_{n-i-1}}{\partial x} X'_i + \frac{\partial X''_{n-i-1}}{\partial y} Y'_i + \frac{\partial X''_{n-i-1}}{\partial z} Z'_i$$

représente l'accélération d'ordre $n - i - 1$ du point A_i dans le mouvement de rotation du système de comparaison autour du point M. D'où ce théorème :

» Théorème. — L'accélération du $n^{\text{ième}}$ ordre dans un mouvement considéré comme résultant de deux autres est la résultante ou somme géométrique : 1° des accélérations de même ordre dans les deux mouvements composants; 2° de n accélérations complémentaires, obtenues ainsi qu'il suit :

» Construisez la vitesse relative ainsi que les accélérations relatives des $n - 1$ premiers ordres du point M, vous aurez n lignes MA_0, MA_1, MA_2, ..., MA_i, ..., MA_{n-1}. Regardez les extrémités A_i de ces lignes comme invariablement liées au système de comparaison ; puis, décomposant le mouvement de ce système en deux autres, l'un de translation égal au déplacement du point M, l'autre de rotation autour de ce point, construisez l'accélération d'ordre $n - i - 1$ du point A_i dans ce dernier mouvement. Cette ligne, multipliée par le coefficient du $(i + 1)^{\text{ième}}$ terme du développement

d'un binôme élevé à la puissance $n+1$, représentera la $(i+1)^{\text{ième}}$ des n accélérations complémentaires.

» *Remarque.* — Tous nos raisonnements reposent uniquement sur ce fait que les composantes X''_n, Y''_n, Z''_n de l'accélération d'ordre quelconque n, dans le mouvement d'entraînement, sont des fonctions linéaires. Or, cette circonstance subsiste si, au lieu de rapporter le mouvement du point M à un système de comparaison de *forme invariable*, on le rapporte à un système de comparaison qui, en se déplaçant, *se déformerait d'une façon continue, mais en restant constamment homographique à lui-même*, c'est-à-dire, si la trajectoire relative MR faisait partie d'un tel système. Il en résulte que pas un mot n'est à changer à nos raisonnements et à nos formules si l'on se place dans cette hypothèse qui comprend la composition des mouvements comme cas très-particulier, et le théorème final subsiste, en observant seulement que le mouvement du système de comparaison, par rapport aux axes de direction constante passant au point M, n'est plus une simple rotation. En particulier, pour les accélérations du premier ordre, le théorème de Coriolis subsiste dans les termes que voici : *Construisez la vitesse relative* MA_0 *du mobile; l'accélération complémentaire sera double de la vitesse du point* A_0 *considérée comme appartenant au système de comparaison de forme variable.* »

ANALYSE. — *Sur la décomposition d'une fonction entière en facteurs irréductibles suivant un module premier p;* par M. **A.-E. Pellet.**

« **1.** Soit Δ le produit des carrés des différences des racines d'une congruence $f(x)\equiv 0 \pmod{p}$ n'ayant pas de racines égales; Δ est non-résidu quadratique (mod. p), si $f(x)$ admet un nombre impair de facteurs irréductibles de degré pair; Δ est, au contraire, résidu quadratique, si $f(x)$ n'admet pas de facteur irréductible de degré pair ou en admet un nombre pair.

» Comme on a

$$\Delta \equiv a^2\delta_1\delta_2\ldots\delta_i \pmod{p},$$

a étant un nombre entier, $\delta_1, \ldots, \delta_i$ les valeurs des Δ correspondant aux divers facteurs irréductibles de $f(x)$, il suffit de considérer le cas où $f(x)$ est irréductible. Soient alors i une racine de $f(x)\equiv 0 \pmod{p}$, ν le degré de cette congruence. Lorsque, dans la fonction

$$\mathrm{P}_{l=1}^{l=\nu-1}\mathrm{P}_{k=0}^{k=l-1}(x^{p^k}-x^{p^l})=y,$$

on remplace x par les ν racines de $f(x)$, on obtient deux valeurs distinctes si ν est pair, une seule si ν est impair; donc, dans le premier cas, $y^2-\Delta\equiv 0$

(mod. p), qui admet pour racines les deux valeurs de y, est irréductible; dans le second, $y^2 - \Delta$ se décompose en facteurs du premier degré.

» 2. Appliquons ce théorème à la congruence

$$x^q - 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

q étant un nombre premier impair autre que p. On a

$$\Delta \equiv (-1)^{\frac{q-1}{2}} q^q.$$

» Soit n l'exposant de p par rapport à q; $\frac{x^q - 1}{x - 1}$ se décompose suivant le module p en $\frac{q-1}{n}$ facteurs irréductibles de degré n. On en déduit que Δ est résidu quadratique ou non-résidu, suivant que $\frac{q-1}{n}$ est pair ou impair; d'où l'égalité

$$(-1)^{\frac{q-1}{2}\frac{p-1}{2}}\left(\frac{p}{q}\right) = \left(\frac{p}{q}\right),$$

qui exprime le théorème de Legendre, sur la loi de réciprocité qui existe entre deux nombres premiers impairs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge électrique dans les tubes contenant des gaz raréfiés;* par MM. **Warren de la Rue** et **Hugo W. Müller**.

« La pile à chlorure d'argent, dont nous avons déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie, nous a permis de réaliser un grand nombre d'expériences sur les effets lumineux qui se manifestent dans les tubes à gaz raréfiés, phénomène qui a attiré l'attention de plusieurs physiciens. Nos observations confirment celles qui ont été faites par notre ami feu Gassiot, à l'aide des procédés analogues, par la décharge des piles qu'il avait construites à différentes époques, et en dernier lieu d'une pile de 3000 éléments; elles s'accordent également avec les résultats obtenus par M. Spottiswoode, et nous espérons qu'elles pourront contribuer à éclairer la théorie de la décharge électrique et l'explication du beau phénomène des stratifications.

» Les tubes à gaz raréfiés se modifient d'une manière très-rapide; il arrive souvent que les tubes préparés que l'on trouve dans le commerce, après avoir donné pendant quelques secondes ou quelques minutes des effets d'une grande beauté, se transforment tout à coup et ne reprennent plus leurs premières propriétés.

» Pour définir exactement les conditions des expériences, nous avons effectué nous-mêmes la raréfaction en opérant sur les gaz préparés avec les plus grands soins. Le vide était fait d'abord par une trompe à eau, puis par une machine à mercure d'Alvergniat et une pompe de Sprengel. Un manomètre-jauge de Mc Léod sert à évaluer les pressions très-faibles : on prélève une certaine quantité du gaz restant et on le réduit ensuite à un volume très-petit dont on détermine la pression par un manomètre à mercure. Cette disposition permet de mesurer des pressions qui ne dépassent pas $0^{mm},00005$ de mercure. En absorbant l'acide carbonique par la potasse et surtout l'hydrogène par une éponge de palladium, on peut faire un vide assez parfait pour que le courant de 11 000 éléments soit arrêté d'une manière absolue.

» Les phénomènes lumineux produits dans ces tubes sont souvent fixes et les stratifications tellement immobiles qu'on peut les reproduire exactement par la photographie. D'autres fois, les lueurs sont plus ou moins agitées et, pour démêler les effets, on les observe dans un miroir tournant formé d'un prisme à quatre faces, que l'on fait mouvoir plus ou moins rapidement.

» Nous avons d'abord déterminé la résistance des tubes en les plaçant sur un pont de Wheatstone, mais les oscillations du courant sont tellement grandes qu'il a été nécessaire de remplacer le galvanomètre par une sorte de tube témoin très-sensible, lequel s'illuminait dès que la diagonale du pont était traversée par une très-petite fraction de la décharge.

» Malgré ces précautions, il était impossible d'équilibrer la résistance d'un tube à gaz raréfié par celle d'un fil métallique. La résistance des gaz diminue souvent d'une manière rapide quand le tube s'illumine et, si l'on interrompt le courant, il faut ensuite placer dans la branche symétrique du pont une résistance plus grande que la première fois pour provoquer une nouvelle illumination. Au bout d'un temps plus ou moins long, le tube reprend son état primitif.

» Nous avons obtenu de meilleurs résultats par la détermination des potentiels en différents points de la colonne de gaz. Pour cela, le tube était muni d'un certain nombre de sondes métalliques soudées sur la paroi et terminées à l'intérieur par des pointes ou des anneaux. A l'aide d'un électromètre de Thomson-Becker, on mesurait la différence des potentiels de deux sondes, soit pendant l'expérience même à laquelle servait le tube, soit après cette expérience, en faisant passer dans le circuit un courant de même intensité.

» Nous avons constaté ainsi que la présence d'un étranglement dans un tube augmente beaucoup la résistance, et que cet accroissement dépend plus du diamètre de l'étranglement que de sa longueur.

» D'autre part, dans un tube cylindrique, la résistance est irrégulière; elle est maximum dans le voisinage de l'électrode négative, beaucoup plus faible auprès de l'électrode positive, et minimum dans les parties intermédiaires, où elle varie à peu près proportionnellement à la longueur. Les valeurs du potentiel sur les deux électrodes et la résistance de la pile permettent de calculer l'intensité du courant. On a constaté ainsi qu'en faisant varier dans des proportions considérables la résistance du circuit, de façon, par exemple, que l'intensité du courant passât de 17 à 2300, la différence des potentiels des électrodes reste absolument invariable. Il résulte de là que la résistance d'un tube à gaz raréfié ne peut en aucune façon être comparée avec une résistance métallique.

» La description des effets que nous avons observés serait trop longue et nous nous bornons à citer les conclusions de notre Mémoire, dans lequel nous avons donné des dessins nombreux représentant, d'après des photographies, les phénomènes les plus remarquables.

» 1° La décharge dans un tube à gaz raréfié ne diffère pas de celle qui a lieu dans l'air ou les autres gaz à la pression atmosphérique; elle n'est pas un courant dans l'acception ordinaire de ce terme, mais une décharge disruptive, les molécules des gaz effectuant un transport de l'électrisation. Les gaz reçoivent, selon toute probabilité, deux impulsions en sens contraires, celle qui émane de l'électrode négative étant plus continue. Il se forme quelquefois des dépôts métalliques sur les tubes qui laissent une trace permanente des intervalles compris entre les strates.

» 2° A mesure que la pression diminue, la force électromotrice nécessaire pour faire passer un courant diminue d'abord, pour augmenter ensuite jusqu'à une pression pour laquelle aucune force électromotrice n'est capable de produire une décharge à travers le gaz résidu.

» 3° Toutes les strates ont leur origine au pôle positif. Avec un tube donné et un certain gaz, il y a une pression pour laquelle on obtient une seule lueur au pôle positif; quand on diminue la pression peu à peu, cette lueur se détache, s'éloigne vers le pôle positif et est suivie successivement de plusieurs autres, dont le nombre augmente jusqu'à une certaine limite.

» 4° Avec la même force électromotrice, les phénomènes dépendent de l'intensité du courant. Tantôt le nombre de strates augmente avec l'intensité, tantôt il diminue quand l'intensité augmente. Dans le premier cas, si

l'électricité provient d'un condensateur, on voit, à mesure que le potentiel diminue, les strates se rapprocher successivement du pôle positif et y disparaître une à une.

» 5° Un changement d'intensité produit souvent une modification complète de la couleur des strates.

» 6° Si la décharge est irrégulière et les strates confuses, un changement d'intensité peut les rendre distinctes et immobiles. En modifiant l'intensité d'une manière continue, on peut ainsi obtenir plusieurs phases successives de stratifications alternativement fixes et agitées.

» 7° Le dégagement de chaleur est maximum au voisinage des strates. Dans les espaces obscurs des tubes il y a parfois en certains points un grand échauffement, qui correspond à une sorte de strate calorifique.

» 8° Même quand les strates sont parfaitement immobiles, on peut observer une pulsation régulière dans le courant (en intercalant un téléphone ou une bobine d'induction dans le circuit); mais il n'est pas prouvé que les strates dépendent de ces intermittences.

» 9° Le courant d'une pile ne traverse pas un tube fermé par une cloison en verre; on ne peut illuminer un pareil tube que par des décharges alternatives.

» 10° Dans le même tube et avec un même gaz, les changements d'intensité et de pression donnent une grande variété de phénomènes; mais tous les effets sont constants et peuvent être reproduits dans des tubes de mêmes dimensions, lorsque les circonstances sont bien définies.

» 11° A la même pression et pour le même courant, le diamètre du tube influe sur le caractère et la netteté des stratifications. »

PHYSIQUE. — *De la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière sous l'influence de la Terre.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Fizeau.

« Dans le cours de mes recherches sur la polarisation rotatoire magnétique, j'ai été conduit à évaluer directement l'action du magnétisme terrestre sur divers corps. On peut mettre nettement en évidence cette action par une expérience qui m'a semblé assez intéressante pour être communiquée à l'Académie.

» Entre un polariseur Jellet et un analyseur muni d'une lunette et monté sur un cercle divisé, on a disposé un tube de $0^m,50$ de long, terminé par des

glaces parallèles et contenant du sulfure de carbone. Aux extrémités de ce tube, des miroirs plans, disposés comme le faisait Faraday, permettaient d'avoir plusieurs réflexions successives du rayon lumineux et d'augmenter ainsi la rotation observée. Dans l'expérience présente, on pouvait viser la seconde réflexion ; le rayon lumineux avait donc traversé cinq fois le tube, ce qui correspondait à une épaisseur de $2^m,50$ de sulfure de carbone. La source de lumière était un chalumeau à gaz oxyhydrique. Une grande quantité de lumière était perdue par absorption et par les réflexions successives, et les rayons transmis à l'œil étaient principalement des rayons jaunes. Tout le système était invariablement fixé à une règle en cuivre horizontale, et pouvait tourner autour d'un axe vertical, de façon à orienter le rayon lumineux dans diverses directions.

» Avec cette disposition, on constate que, si l'on dirige le système dans le plan du méridien magnétique, on n'obtient pas la même position du plan de polarisation suivant que l'on regarde vers le sud ou vers le nord. Un grand nombre de mesures très-concordantes ont donné une différence angulaire de 6',5 environ entre ces deux positions. Au contraire, si l'on se place dans une position perpendiculaire au méridien magnétique, on obtient la même direction du plan de polarisation, que l'on regarde vers l'est ou vers l'ouest, et cette position est bissectrice de celle que l'on a en visant vers le sud et vers le nord magnétiques.

» On peut en conclure que la différence angulaire observée est une rotation du plan de polarisation de la lumière due à l'action de la Terre; le nombre 6',5 mesure le double de la rotation pour la lumière jaune et dans les conditions spéciales de l'expérience. Le sens de cette rotation est le même que celui de la rotation de la Terre ; c'est le sens d'un courant électrique qui, dans l'hypothèse d'Ampère, donnerait lieu aux phénomènes du magnétisme terrestre.

» On remarquera que le nombre que nous donnons n'est relatif qu'à des observations faites dans le laboratoire du Muséum d'Histoire naturelle, à proximité de masses de fer plus ou moins considérables. Si l'on voulait avoir avec plus de précision l'action du globe, et utiliser cette méthode pour évaluer l'intensité du magnétisme terrestre, il faudrait s'entourer des mêmes précautions que pour les observations ordinaires du magnétisme terrestre, et amplifier le phénomène en prenant un tube plus long ; c'est ce dont je m'occupe actuellement.

» Le système disposé comme nous l'avons indiqué offre une sensibilité remarquable à l'action du magnétisme, et il suffit d'approcher parallèlement

au tube, dans un sens, puis dans l'autre, un barreau aimanté ordinaire tenu à la main, pour manifester une rotation du plan de polarisation qui peut aller à plus de 1 degré.

» Il est intéressant de comparer cette mesure directe à une évaluation, faite par M. Gordon (1), de la rotation magnétique produite par 1 centimètre de sulfure de carbone soumis à une action magnétique égale à l'unité. En calculant, au moyen de ce nombre, l'action de la composante horizontale terrestre, on trouverait que $2^{m},50$ de sulfure de carbone doivent donner avec la lumière jaune une rotation simple de $3',8$ au lieu du nombre $3',25$ qui résulte de notre observation directe. La différence peut être due aux perturbations extérieures. Si l'on adopte ce dernier nombre, on voit que, dans les conditions où nous nous sommes placé, la double rotation de 1 mètre de sulfure de carbone serait $2',6$ et celle de 1 mètre d'eau $0',8$.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Suppression du fil de retour dans l'emploi du téléphone.* Note de M. **Bourbouze.**

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats que j'ai obtenus en appliquant au téléphone la disposition qui est employée en télégraphie.

» Hier, dans l'ancien collége Rollin, j'ai fait une série d'expériences qui peuvent se résumer ainsi. Mon collaborateur, M. Barraud, et moi, nous étant placés aux extrémités du jardin, c'est-à-dire à 70 mètres de distance, nous avons d'abord, pour nous assurer du fonctionnement du téléphone, correspondu au moyen du double câble; puis, nous avons supprimé un fil, et nous avons, chacun de notre côté, fermé le circuit par la terre, au moyen de lames de cuivre doré d'environ 1 mètre de long et 2 centimètres de large, enfoncées dans le sol du jardin à 40 ou 50 centimètres de profondeur. Nous avons pu constater que les sons se produisaient alors avec bien plus de netteté. Lorsqu'on supprimait la communication avec la terre, aucun son n'était perceptible.

» Guidé par les résultats que j'ai obtenus pour la télégraphie sans fils, je me propose de répéter ces expériences dans les conditions où je me suis déjà placé; j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de ces nouvelles recherches. »

(1) *Philosophical Transactions*, Part I for 1877.

OPTIQUE. — *Sur la transparence des flammes colorées pour leurs propres radiations.* Note de M. GOUY, présentée par M. Desains.

« Les méthodes et les appareils décrits dans une Note précédente [1] s'appliquent sans aucune modification aux raies étroites, et donnent les résultats que je vais indiquer.

» Avec la double raie du sodium, qui nous occupera d'abord, on trouve pour K des nombres très-voisins de 2 tant que l'éclat est très-petit. Ces nombres diminuent quand celui-ci augmente, de telle sorte que 2 — K est d'abord proportionnel à l'éclat; puis K diminue de moins en moins vite, passe par un minimum égal à 1,38, augmente lentement, passe par un maximum égal à 1.45, pour un éclat deux ou trois fois plus grand que celui qui correspond au minimum et diminue ensuite avec une extrême lenteur. A la limite des expériences, l'éclat est environ 10 fois plus grand que celui du minimum, et K est égal à 1,35.

» Avec la double raie du potassium, dans le rouge extrême, le défaut de lumière n'a permis de déterminer que cette dernière partie de la fonction, où K se réduit sensiblement à une constante, égale ici à 1,46 environ. L'éclat a varié de 1 à 7.

» Les autres raies étroites donnent des résultats analogues à ceux du sodium, mais les expériences n'ont pu être poussées aussi loin, bien qu'on employât les mêmes appareils et des solutions aussi concentrées. Avec la raie rouge du lithium, le minimum est égal à 1,32 et le maximum à 1,39; les expériences s'arrêtent là. Avec la raie bleue du strontium, la raie violette 4202 du rubidium, la raie violette du calcium, les expériences s'arrêtent un peu avant le minimum, qui est trouvé par extrapolation; ces trois raies donnent respectivement 1,33; 1,42 et 1,25; ce dernier nombre est assez incertain.

» La raie violette 4216 du rubidium et surtout la raie verte 5535 du baryum ne donnent que le début de la fonction.

» On voit que la transparence des vapeurs métalliques est toujours très-notable et que l'éclat d'une raie dépend de l'épaisseur de la couche qui rayonne.

» Il en est de même de la largeur et du degré de diffusion de la raie. Les flammes chargées de sodium qui servent aux mesures photométriques,

---

(1) *Comptes rendus*, p. 878 de ce volume.

quand elles sont aussi vives que possible, montrent chacune des deux raies du groupe D sous l'aspect de bandes larges et diffuses. Si l'on dispose l'expérience de manière à donner à la flamme une épaisseur de 20 centimètres, et qu'on y place un écran mobile, on voit qu'une même flamme, pour une épaisseur de 1 centimètre, donne des raies à peine élargies, et, avec toute son épaisseur, de larges bandes qui se rejoignent complétement, et débordent du côté du rouge et du vert; en même temps l'éclat du fonds est vingt fois plus vif.

» Il suffit même de doubler l'épaisseur d'une flamme, ou de placer derrière elle le miroir qui sert aux mesures photométriques, pour constater un élargissement bien marqué. Ce phénomène se produit encore avec des flammes bien moins vives, et tant que les raies ont une largeur appréciable. On l'observe aussi à un moindre degré avec le lithium [1].

» De ce qui précède, on peut conclure que deux couches de vapeur incandescente, de même densité et de même température, mais d'épaisseur fort inégale, donneront des spectres très-différents. Par suite, pour que deux couches de vapeur, d'épaisseur très-différente, donnent le même spectre, il faudra qu'elles contiennent la vapeur métallique à des densités très-inégales, et peut-être inversement proportionnelles à leurs épaisseurs; je reviendrai sur ce point. On voit qu'on ne peut déduire de l'examen des raies d'un spectre aucune indication sur l'état physique des vapeurs qui le produisent si l'on ne connaît pas leur épaisseur ou si l'on n'en tient pas compte.

» Dans les expériences dont il me reste à parler, j'ai cherché quelle influence l'épaisseur de la flamme peut exercer sur la valeur de K. J'ai mesuré ce rapport avec les mêmes appareils, la même unité d'éclat, et des flammes dont les épaisseurs étaient 2 et 6, ou 2 et 4 centimètres, et pour les raies du sodium, du lithium et la raie bleue du strontium. Dans tous les cas, j'ai trouvé que deux flammes d'épaisseur différente, mais de même éclat, donnent pour K le même nombre. La seule variable dont dépende cette fonction est donc, pour une même température, l'éclat de la raie.

» La discussion de ces résultats ne peut trouver place dans cette Note; j'indiquerai seulement un point essentiel. Soient e', e'' les épaisseurs de deux flammes, d'ailleurs identiques; k' et k'' les valeurs de K pour chacune d'elles et pour une raie déterminée. Si nous supposons la lumière de cette

(1) Le spectroscope employé avait une dispersion de cinq prismes.

raie tout à fait homogène, la considération des coefficients de transparence donne immédiatement

$$k'' - 1 = (k' - 1)^{\frac{e''}{e'}},$$

soit une flamme chargée de lithium, de 2 centimètres d'épaisseur et d'éclat correspondant au minimum de K, qui est égal à 1,32; pour une épaisseur de 4 centimètres, nous devrions avoir K = 1,10, d'après la formule précédente; l'expérience donne 1,35. La raie est donc formée, non d'un seul rayon, mais d'un faisceau de rayons d'inégale intensité; de même pour les autres raies dont j'ai parlé plus haut.

» Avant de terminer cette Note, je demande à l'Académie la permission d'ajouter qu'en étudiant avec l'appareil précédent, et des prismes d'une construction spéciale, dus à M. Thollon, le spectre du baryum, nous avons réussi, M. Thollon et moi, à résoudre les bandes de ce spectre en un très-grand nombre de raies fines, d'une netteté parfaite. Nous nous proposons d'en donner prochainement le dessin et la description détaillée (1). »

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur du sulfure d'ammonium.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« Il existe dans la Science des données contradictoires touchant la densité de vapeur des dérivés sulfhydriques de l'ammoniaque. D'après une série de recherches, les quantités pondérales de sulfure et de sulfhydrate d'ammonium qui correspondent aux formules

$$(AzH^4)^2S \quad \text{et} \quad (AzH^4)HS$$

occupent à l'état de vapeur un volume égal et double de celui des sulfures et sulfhydrates alcooliques, par exemple

$$(C^2H^5)^2S \quad \text{et} \quad (C^2H^5)HS.$$

» Selon d'autres travaux, les densités des mélanges gazeux d'ammoniaque et d'acide sulfhydrique peuvent se calculer exactement en admettant qu'il n'y a de condensation dans aucun cas; et il devient probable que dans aucun cas non plus il n'y a de combinaison.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Desains, à la Sorbonne.

» D'après cela, le sulfhydrate AzH^4,HS, ou plutôt le produit de sa décomposition $AzH^3 + H^2S$, doit occuper un volume double de celui occupé par un sulfhydrate stable, tel que le mercaptan C^2H^5,HS, mais le sulfure $(AzH^4)^2S = 2AzH^3 + H^2S$ doit avoir un volume triple de celui du sulfure d'éthyle $(C^2H^5)^2S$.

» J'ai pensé qu'il y avait un certain intérêt théorique à reprendre l'étude de cette question, non pas en déterminant à nouveau des densités, mais en mêlant réellement à la température de 80 degrés des volumes connus d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque et en observant s'il y a ou non contraction. J'ai donc fait construire un appareil, qui pourra sans doute servir à étudier l'action réciproque de différents fluides élastiques et qui se compose essentiellement de deux tubes gradués verticaux, plongés dans un bain-marie et réunis à la partie supérieure par un robinet de verre. Une disposition particulière permet d'introduire du mercure et une certaine quantité de gaz dans chaque tube et d'y faire varier la pression d'une façon indépendante, en soulevant plus ou moins deux réservoirs mobiles. Des précautions spéciales empêchent l'air qui pourrait pénétrer par les portions de l'instrument qui sont en caoutchouc de se rendre dans les tubes. L'eau du bain est chauffée par un courant de vapeur. Le robinet supérieur, plongé dans l'eau, est graissé avec du caoutchouc fondu.

» On comprend aisément le fonctionnement de l'appareil. On mesure les gaz dans chaque tube à une pression aussi voisine que possible de la pression atmosphérique, puis on ouvre le robinet de communication; d'ordinaire le mercure s'abaisse d'une fraction de millimètre dans l'un des tubes et s'élève d'autant dans l'autre. Les pressions sont alors égales dans les deux tubes et on les reproduira à la fin de l'expérience. Après avoir lu le volume gazeux, on fait passer dans le tube de droite tout le gaz primitivement contenu dans le tube de gauche; on répète l'opération d'une façon inverse, et l'on a rapidement un mélange aussi parfait que possible. On rétablit les pressions primitives, et l'on constate que le volume n'a pas changé. L'expérience peut alors se répéter en ajoutant une nouvelle quantité de l'un des gaz : les résultats sont toujours les mêmes; on a notamment fait agir sur un volume d'hydrogène sulfuré un premier, puis un second volume d'ammoniaque; dans aucun cas on n'a pu constater de contraction.

» La graduation des tubes ne permet guère d'évaluer avec rigueur que le $\frac{1}{5}$ de centimètre cube; mais cette précision est bien suffisante pour le but que l'on se proposait d'atteindre, car les volumes à mesurer étaient d'environ 50 centimètres cubes : l'erreur ne peut donc porter que sur les centièmes. »

CHIMIE. — *Sur la dissolution du platine dans l'acide sulfurique*. Note de M. A. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note précédente, j'ai montré ([1]) que, pendant la concentration industrielle de l'acide sulfurique dans les vases en platine, la quantité de ce métal qui se dissout dans l'acide exempt de composés nitreux est d'autant plus grande que l'acide est plus concentré. De nouvelles expériences, entreprises dans le but de préparer de l'acide sulfurique fumant, m'ont mis à même de continuer ces observations et de reconnaître que la dissolution du platine, si activée par la concentration de l'acide au delà de 95 pour 100, l'est encore beaucoup plus lorsqu'on dépasse la concentration de l'acide monohydraté.

» Dans l'espoir de réaliser la préparation industrielle de l'acide dit *de Nordhausen*, en utilisant la décomposition du bisulfate de sodium, j'ai fait construire une cornue en terre, qui a été garnie intérieurement d'une feuille de platine soudée sur elle-même. Le bisulfate de sodium y était décomposé par la chaleur, et l'acide sulfurique fumant se condensait dans des vases de terre. Un certain nombre d'opérations ont été faites dans cet appareil, dont le platine pesait 5 kilogrammes. Mais, au bout de quelque temps, quand on vérifia le poids du métal, on reconnut qu'il avait diminué dans une forte proportion. La diminution atteignit 100 grammes de platine pour une production de 100 kilogrammes d'acide sulfurique fumant. L'acide avait donc enlevé 1 gramme de métal par kilogramme d'acide ou 1 kilogramme par tonne. Le platine fut recherché dans le sulfate de sodium extrait de l'appareil. Le sel, dissous dans l'eau, a été traité par l'acide sulfhydrique. Les sulfures formés furent dissous dans l'eau régale et la dissolution donna un abondant précipité de chloroplatinate d'ammoniaque. Il est à remarquer que le métal se trouvait mélangé au sulfate, à l'état soluble.

» Nous avons donc reconnu jusqu'à présent que, dans les appareils de concentration ordinaire, la dissolution du platine dans l'acide sulfurique varie de 1 gramme à 8 grammes par tonne d'acide concentré, suivant que le produit obtenu renferme 94 ou 99 pour 100 d'acide monohydraté, et que pour l'acide fumant la quantité de métal peut atteindre 1000 grammes.

» Mais ces nombres n'ont rien d'absolu ; ils dépendent, toutes autres conditions étant égales, de la forme des appareils et de la surface du métal

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 892 ; 1875.

mis en contact avec l'acide. En employant de l'acide sulfurique de pureté égale, on peut, en modifiant la forme des appareils, abaisser la dissolution du métal au quart ou même au-dessous. C'est un progrès qui a été réalisé par l'emploi de l'appareil de M. Kessler et par celui de l'alambic plus récent de MM. Desmoutis, Quenessen et Lebrun. Dans ces appareils, la surface du métal en contact avec l'acide est beaucoup moins considérable, et la couche liquide réduite à quelques centimètres rend l'évaporation plus facile. Le point d'ébullition de l'acide s'abaisse, de sorte que la quantité de liquide acide aqueux distillé n'est plus qu'une fraction de ce qu'elle est dans les anciens alambics. C'est à ces deux causes, l'abaissement du point d'ébullition et la diminution du platine, qu'il faut attribuer la diminution de l'usure du métal. Celle-ci est réduite à $0^{gr},100$ ou $0^{gr},150$ par tonne d'acide ordinaire dans les appareils Kessler, et à $1^{gr},000$ ou $1^{gr},500$ par tonne pour l'acide très-concentré à 98-99 centièmes. »

CHIMIE. — *Sur le saccharose fondu vitreux;* par M. **H. Morin.** (Extrait.)

« Chauffé en présence de l'eau dans des conditions déterminées, le saccharose se transforme en un produit vitreux qui conserve plus ou moins sa transparence, suivant le mode de refroidissement.

» I. Si ce refroidissement a lieu lentement à la température ambiante, on obtient une masse translucide, mais parsemée de cristaux prismatiques.

» II. Si le refroidissement est brusque, on évite cette cristallisation partielle; pour obtenir ce résultat, on coule le saccharose fondu dans un vase métallique à parois minces, placé au milieu d'un courant d'eau froide. En opérant vivement, on obtient un produit très-peu coloré, de composition assez variable par rapport aux quantités de saccharose et de sucre réducteur, suivant la température et la durée de la fusion, mais dont la teneur en eau est sensiblement fixe : il contient en moyenne 3,28 pour 100 d'eau; sa densité à $14^{\circ},5$ est de 1,966.

» Par ce prompt refroidissement, le saccharose fondu a subi une certaine trempe, que l'on met en évidence par le bris de la masse. Par le choc, celle-ci se divise en fragments réguliers, lesquels présentent eux-mêmes des clivages réguliers et très-nombreux. Cette cassure rappelle celle des plaques de verre incomplétement trempé. En rendant le refroidissement encore plus rapide, par l'emploi d'un mélange de glace et de sel marin, on constate une trempe plus forte. La partie la plus refroidie ne tarde pas à se

craqueler, et bientôt la plaque se brise d'elle-même en morceaux très-nombreux, qui sont projetés avec force, comme dans le cas du refroidissement de l'acide borique fondu. Ici, la cassure n'offre plus aucune régularité; la multiplicité de ses fragments est comparable à celle que produit la rupture d'une larme batavique.

» On sait, d'autre part, que, soumis à l'action de la chaleur, le saccharose fondu vitreux devient complétement opaque. On peut profiter de cette transformation pour mettre en évidence le dégagement de chaleur latente qui accompagne ce changement d'état. Si, en effet, on introduit dans un ballon du saccharose fondu vitreux, concassé finement, entourant la boule d'un thermomètre, et si l'on plonge le tout dans un bain-marie, dès que la température s'est élevée à 100 degrés, on remarque que la couche extérieure commence à devenir visqueuse et transparente; la partie centrale éprouve ensuite une transformation semblable, pendant que la couche extérieure devient opaque. Jusqu'alors le thermomètre s'est élevé graduellement à 100 degrés; mais, dès que le centre de la masse s'opacifie, il reprend sans secousse sa marche ascendante, jusqu'à 106 et même 110 degrés. Il reste ensuite stationnaire, pour redescendre enfin à 100 degrés. En laissant refroidir, on obtient une substance fondue opaque, dont la composition chimique diffère peu de celle qui a été soumise à l'expérimentation. Il est à remarquer cependant que cette matière opaque, chauffée de nouveau à 100 degrés, n'est plus apte à fondre ou à prendre l'état pâteux, et qu'elle peut supporter une température de 120 degrés sans se ramollir.

» III. Si le saccharose fondu est maintenu pendant plusieurs heures à une température un peu supérieure à 160 degrés, ses propriétés sont complétement modifiées. Mitscherlich (¹) a, le premier, observé « qu'en chauffant du sucre avec une très-petite quantité d'eau dans un » bain de chlorure de zinc au-dessus de 160 degrés, on obtient un sucre » qui, tout en conservant sa transparence, est entièrement inactif ». Cette température supérieure à 160 degrés n'est pas indispensable. Du saccharose fondu et maintenu pendant des temps égaux aux températures de 130, 140, 150 degrés, perd, de son pouvoir rotatoire, des quantités sensiblement proportionnelles à la température à laquelle il a été soumis; et cette diminution de l'activité optique est accompagnée de la production d'un sucre réducteur inactif. Ces résultats sont consignés ci-après :

(¹) MITSCHERLICH, *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. IV, p. 216.

Température.	Durée du temps de chauffage.	Saccharose. Avant.	Après.
130°	6 heures	94,00	56,50
140°	6 »	92,25	31,25
150°	6 »	92,00	25,00

» En maintenant aussi longtemps à des températures si élevées des quantités un peu notables de saccharose fondu, il est assez difficile d'éviter complétement la formation de produits colorés; cependant, à 130 degrés, on obtient une substance dont la solution peut s'observer directement au saccharimètre à pénombres, à la lumière jaune du gaz salé, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucun agent de décoloration. Les résultats fournis par l'analyse sont les suivants :

Tempé-rature.	Durée du temps de chauffage.	Saccharose — Par le saccharimètre. Avant.	Après.	Par la liqueur cupropotassique. Après.	Sucre réducteur inactif. Avant.	Après.
130°	3 heures	92,75	42,00	42,17	3,83	54,84
130°	6 »	94,00	56,50	57,19	2,74	42,41
130°	7 »	91,75	43,00	44,92	4,79	55,32

» Ce dernier produit, concassé et chauffé au bain-marie, s'est converti en une masse vitreuse transparente, qui a conservé sa translucidité, même après refroidissement. Ce fait s'explique par la grande proportion de sucre réducteur inactif qui, en rendant le produit déliquescent, s'oppose à la cristallisation. Le thermomètre n'a jamais dépassé la température de 100 degrés. Cette matière a donné à l'analyse les résultats suivants :

Saccharose observé au saccharimètre	41,00
Saccharose dosé par la liqueur cupropotassique	41,42
Sucre réducteur inactif	55,80. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'éther isobutylacétylacétique.* Note de M. Eug. Demarçay, présentée par M. Cahours.

« Dans une Note préliminaire que j'ai eu l'honneur de présenter l'an dernier à l'Académie, j'ai montré que l'on pouvait, au moyen de l'éther acétylacétique, obtenir une série de composés correspondant aux formules

$$3C^nH^{2n-4}O^2 + H^2O \quad \text{et} \quad 3C^nH^{2n-4}O^3 + H^2O.$$

» Le procédé qui sert à obtenir ces acides consiste à décomposer par la potasse alcoolique les dérivés bromés des éthers acétylacétiques substitués (éthers méthyl, éthyl, isopropylacétylacétiques).

» J'ai examiné à fond cette réaction sur l'éther isobutylacétylacétique, et je suis parvenu à déterminer les circonstances ainsi que les réactions secondaires qui déterminent ou accompagnent la formation de ces corps.

» Les produits qui prennent ainsi naissance, et qui sont assez nombreux, se rapportent en réalité à plusieurs réactions distinctes. La formation de l'éther isobutylacétylacétique monobromé est en effet difficile à réaliser à l'état de pureté. Dans la bromuration une portion de l'éther échappe et n'est pas attaquée, tandis qu'une autre portion est bibromée. J'ai obtenu :

» 1° Un corps bouillant à 145 degrés, qui présente la composition d'une acétone isobutylée

$$C^7H^{14}O = CH^3\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH = (CH^3)^2,$$

dont la formation provient de l'action sur la potasse d'une certaine quantité d'éther isobutylacétylacétique qui a échappé à la bromuration. En même temps, une autre portion du même éther se dédoublant également, sous l'influence de la potasse, mais dans un autre sens, fournit de l'acide acétique et de l'acide caproïque. Les deux réactions qui donnent naissance à ces produits sont connues; M. Wislicenus en a fait une étude approfondie [1]; je ne m'y arrêterai pas.

» 2° De l'acide heptique

$$3C^7H^{10}O^2 + H^2O$$

et un acide liquide, volatil avec la vapeur d'eau, quoique difficilement acide, qui présente la composition d'un acide glycérique méthylé et isobutylé

$$\begin{array}{l} CO^2H\text{-}COH\text{-}CHOH\text{-}CH^3 \\ \qquad\quad\ | \\ \qquad\ CH^2\text{-}CH = (CH^3)^2 \end{array}$$

» La formation de ces deux acides est corrélative. En effet, la formation de l'acide heptique nécessite la mise en liberté de 4 atomes d'hydrogène; celle de l'acide isobutylméthylglycérique, l'absorption de 2 de ces atomes.

---

[1] *Annales de Liebig*, t. CLXC, p. 257.

La réaction qui s'opère est donc la suivante :

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^3 + 2H^2O = C^2H^6O + HBr + CO^2 + 4H + C^7H^{10}O^2$$

$$2\,\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2CH^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^3 + 4H + 4H^2O = 2C^2H^6O + 2HBr + 2\,\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2H\text{-}COH}\text{-}CH,OH\text{-}CH^3$$

» 3° On obtient enfin dans cette réaction, mais d'autant moins que la bromuration de l'éther isobutylacétylacétique a été mieux conduite, de l'acide oxyheptique

$$3C^7H^{10}O^3 + H^2O,$$

de l'acide glycolique et une petite quantité d'acides visqueux bruns, qui n'ont pas été étudiés à cause de leur faible proportion. L'acide oxyheptique provient d'une portion de l'éther isobutylacétylacétique qui a été bibromé. Sa formation s'explique par des réactions tout à fait semblables à celles qui donnent naissance à l'acide heptique. On a, en effet,

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^2Br + 2H^2O = 4H + C^2H^6O + CO^2 + 2HBr + C^7H^{10}O^3$$

en même temps que

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^2Br + 4H + 2H^2O = 2HBr + C^2H^6O + \underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2H\text{-}COH}\text{-}CH,OH\text{-}CH$$

Peut-être se produit-il en même temps de l'acide isobutylérythrique, suivant l'équation

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^2Br + 2H + 3HO = 2HBr + C^2H^6O + \underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2H\text{-}COH}\text{-}CH,OH\text{-}CH^2OH$$

mais ce dernier point demande de nouvelles recherches.

» L'acide glycolique provient d'une portion de l'éther isobutylacétylacétique dont la bromuration s'est mal effectuée. La formation corrélative

de celle de l'acide caproïque s'exprime par la formule

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CH}\text{-}CO\text{-}CH^2Br + 3H^2O = C^2H^6O + C^6H^{12}O^2 + CO^2H\text{-}CH^2OH$$

La formation de cet acide glycolique est importante en ce sens qu'elle montre clairement que, quand la bromuration marche bien, c'est le produit

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CBr}\text{-}CO\text{-}CH^3$$

qui prend naissance ; dans le cas contraire, on obtient

$$\underset{\substack{|\\ C^4H^9}}{CO^2C^2H^5\text{-}CH}\text{-}CO\text{-}CH^2Br$$

» Cette observation concorde avec ce fait que j'ai observé, que seuls les éthers acétylacétiques *monosubstitués* peuvent donner naissance aux acides de la série $C^nH^{2n-4}O^2$. En effet, les éthers *bisubstitués*, tels que l'éther éthylméthylacétylacétique, ne donnant sous l'influence du brome que le dérivé

$$CO^2C^2H^5\text{-}C\begin{cases}CH^3\\ C^2H^5\\ CO\text{-}CH^2Br\end{cases}$$

ne fournissent, sous l'influence de la potasse, que les acides éthylméthylacétique et glycolique, ainsi que je l'ai constaté. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles observations sur la périodicité des taches solaires;* par M. **J.-A. Broun.**

« M. Lamont et moi, nous pensons que les observations des taches solaires ont été trop peu nombreuses vers la fin du siècle dernier et le commencement du siècle actuel pour déterminer les époques des maxima et des minima ; aussi, quoique M. Wolf ait trouvé seulement deux cycles pendant les trente années entre 1788 et 1818, nous croyons qu'il en faut compter trois.

» Il m'a paru qu'il y avait une manière très-simple de résoudre cette difficulté. En prenant pour l'époque maximum 1788,1, comme l'a trouvé M. Wolf, et en comparant cette date avec celle du dernier maximum 1870,6, l'intervalle, $82^a,5$, divisé par 7, nombre des cycles selon M. Wolf, on obtient $11^a,8$ pour la durée moyenne, tandis que M. Lamont et moi nous divisons par 8 et nous trouvons $10^a,3$. Quel est le vrai résultat? Si l'on prend les données de M. Wolf avant 1788,1, on trouve pour maximum 1705,5, avec un intervalle, par rapport à 1788,1, de $82^a,6$, qui comprenait, selon M. Wolf, 8 cycles; la durée moyenne est $10^a,3$.

» Cependant M. Faye objecte que j'ai choisi « la date (1788,1) la plus « douteuse ou tout au moins la plus extraordinaire ([1]) ». La date est de M. Wolf, et je crois que c'est la plus sûre du siècle dernier. M. Faye prend la date du dernier maximum 1870,6, et il la compare avec les époques de 1615 à 1693. En opérant ainsi, il compte, avec M. Wolf, deux cycles seulement entre 1788 et 1818, et c'est là justement le fait sur lequel nous ne sommes pas d'accord. Nous savons parfaitement que, s'il n'y avait que deux cycles, la durée moyenne serait d'environ $11^a,1$; s'il y en avait trois, elle serait d'environ $10^a,5$. Mais quelle valeur peut-on donner à une moyenne déduite de deux résultats aussi différents que 11,8 et $10^a,3$?

« M. Faye n'accepte pas pour l'époque du maximum 1788, 1, il croit que « M. Wolf s'est laissé influencer par la présence certaine et bien accentuée « du maximum de la boussole 1787 », puis, par un calcul, il montre que la date devrait être 1792,8. Si M. Wolf peut changer de $4^a,7$ l'une des époques du siècle dernier pour laquelle il a le plus d'observations, il serait préférable de mettre tout à fait de côté ses époques; aussi, je ne puis accepter cette hypothèse.

» Nous ne sommes cependant pas forcés d'employer cette date. Prenons les dates du minimum et du maximum qui la précèdent, 1784,7 et 1778,4; nous trouvons

$$\frac{1878,0-1784,7}{8}=\frac{93,3}{8}=11^a,66,\qquad \frac{1784,7-1689,5}{9}=\frac{95,2}{9}=10^a,58,$$
$$\frac{1870.6-1778,4}{8}=\frac{92,2}{8}=11^a,53,\qquad \frac{1778,4-1685,0}{9}=\frac{93,4}{9}=10^a,38.$$

» Ainsi l'on trouve toujours une différence de plus d'une année si l'on suppose seulement deux cycles entre 1788 et 1818. Si, au contraire, on en suppose trois, la différence disparaît, et l'on a toujours environ $10^a,5$.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 913.

» M. Faye a fait le calcul pour les taches commençant avec 1833,9 et les variations magnétiques commençant avec 1824,2. On ne peut pas comparer les résultats de cette manière; il faut le faire pour les mêmes intervalles. J'ai fait le calcul pour les variations magnétiques commençant avec 1833,8 et en supposant que le minimum prochain se produira en 1878,0, comme on a fait pour les taches (les dates sont déterminées d'après les moyennes d'une année, et nous ne sommes encore qu'à 1877,8). J'emploie les dates données par M. Faye, j'ajoute les valeurs trouvées par lui pour les taches :

Variations magnétiques.

$$x = -0^a,20, \quad y = 11^a,06, \quad z = 3^a,86, \quad z' = 7^a,32.$$

Taches.

$$x = -0^a,58, \quad y = 11^a,20, \quad z = 3^a,88, \quad z' = 7^a,20.$$

» Si l'on remarque que l'intervalle total n'est que de 45 ans, les durées moyennes, y, s'accordent assez bien. Mais voici le fait important qui a échappé à M. Faye : z', l'intervalle d'un maximum à un minimum suivant est près du double de z l'intervalle d'un minimum au maximum suivant, et cette différence remarquable *est la même pour les deux phénomènes*.

» J'ai dit que nous ne sommes pas encore à l'année qui aura 1878,0 pour milieu ; pour éviter toute objection, j'ai fait le calcul en commençant à l'époque du maximum 1829,9 (1829,7 pour les variations magnétiques) et en le terminant à celle de 1870,6. L'époque du commencement est tout aussi bien déterminée que celle de 1833,9. Les équations de condition donnent :

Variations magnétiques.

$$x = -1^a,80, \quad y = 10^a,72, \quad z' = 6^a,40, \quad z = 4^a,32,$$

Taches.

$$x = -1^a,98, \quad y = 10,63, \quad z' = 6^a,28, \quad z = 4^a,35.$$

» Les valeurs sont à peu près les mêmes pour les deux phénomènes; cependant la durée moyenne est de $0^a,6$ moindre, pour les taches, que le résultat trouvé par M. Faye pour l'intervalle commençant en 1833,9. Il avait choisi les quatre cycles les plus longs de ce siècle.

» On peut conclure de tout ce qui précède :

» 1° Que quatre cycles ne sont pas suffisants pour obtenir la durée moyenne de la période ;

» 2° Que, si l'on compte seulement deux cycles entre 1788 et 1818, on aura

$11^a,6$ pour les taches dans la dernière centaine d'années (et cela sans employer l'époque de 1788), tandis qu'on a $10^a,5$ pour la centaine qui la précède ;

» 3° Que cette différence disparaît si l'on compte trois cycles dans l'intervalle mentionné ;

» 4° Que les observations pour les deux phénomènes donnent les mêmes durées moyennes, quand on emploie le même intervalle de temps, et la même loi remarquable pour les intervalles entre les maxima et les minima.

» 5° J'ajoute que cette ressemblance se retrouve pour chaque cycle, autant que le permet l'exactitude des mesures. Ainsi, entre les minima des années 1844 et 1856, il y avait un intervalle de $12^a,45$; et entre les maxima de 1829 et 1837, un intervalle de $8^a,0$, *pour les deux phénomènes*.

» Il paraît difficile de supposer, avec M. Faye, que toutes ces coïncidences ne sont qu'accidentelles. »

GÉOLOGIE. — *Moyens simples d'imiter la formation des chaînes de montagnes sur un globe et celle des cirques volcaniques sur un plan, conformément à la théorie des soulèvements ;* par M. **B. de Chancourtois.**

« Les intéressantes expérimentations de M. Daubrée m'ont rappelé une imitation automatique des chaînes de montagnes que j'avais obtenue, il y a vingt-cinq ans, lors de l'apparition des ballons-jouets de caoutchouc, qui par leur forme et leur contractilité m'avaient paru propres à jouer le rôle du noyau fluide du globe.

» Mon expérimentation était entreprise à l'effet de réaliser des configurations pentagonales, dans des conditions moins éloignées des conditions géologiques que celles qui déterminent journellement de telles configurations sur les petits pois. Il n'y fut pas donné suite, parce que les perfectionnements nécessaires pour approcher de ce but me parurent exiger des travaux de laboratoire me détournant trop de ma profession de géologue ; mais, au point de vue de l'imitation des bourrelets montagneux, les premiers essais furent très-satisfaisants, et si l'on jugeait que cette imitation automatique pût être utile pour vulgariser la théorie des soulèvements, qui l'a inspirée, il serait très-facile de la reproduire d'après la description suivante.

» Le ballon mis en expérience, assez rigide pour garder sa forme sphérique sans pression, était d'abord gonflé, par insufflation, un peu au delà

de son volume normal. La surface, très-lisse (le caoutchouc n'étant pas vulcanisé), était légèrement huilée, et il était alors plongé un moment dans un bain de cire, où il s'enduisait d'une couche figée. Cette couche, dont le contact avec le caoutchouc était suffisamment lubrifié pour permettre le glissement, se trouvait ainsi disposée pour jouer le rôle de l'écorce terrestre.

» Un dégonflement ménagé du ballon simulait ensuite la contraction qui, pour le noyau de la terre, est due au refroidissement.

» On voyait alors se produire, dans la couche de cire, figée à un degré convenable, des bourrelets ayant toutes les allures des chaînes de montagne, élevés entre de grands compartiments, restés sphériques et adhérents au ballon, qui figuraient les plaines.

» Les bourrelets offraient souvent des chevauchements, tels que ceux qui sont si bien mis en évidence dans les coupes des Alpes de Glaris dressées par M. Heim.

» L'imitation des cirques volcaniques est encore plus simple. Si l'on prend une feuille de forte carte, pour jouer le rôle de l'écorce terrestre, et qu'on l'incise à mi-épaisseur, de manière à y simuler une fissure, un coup de poinçon donné à l'opposé de l'incision en rebroussera presque toujours inégalement les deux lèvres. On produira ainsi un relief ressemblant d'une manière frappante à celui de la *somma* et à la base du Vésuve, dont le cône ajutage se trouvera d'ailleurs figuré par la partie saillante du poinçon.

» Le contraste des deux imitations fixe assez bien les idées, en principe comme en fait, sur les caractères distinctifs des deux genres de phénomènes de soulèvement, entre lesquels on fait de fréquentes confusions. »

GÉOLOGIE. — *Expériences sur les effets des refoulements ou écrasements latéraux en Géologie* (¹). Note de M. **Alph. Favre**, présentée par M. Daubrée.

« Sir James Hall publia, en 1813, les résultats d'expériences qu'il avait faites dans le but de rechercher la cause des plis et des contournements observés dans les couches des terrains de sédiments. Il avait réussi à obtenir des résultats intéressants, quoique incomplets, en comprimant latéralement de l'argile ou des morceaux d'étoffe, posés sur une table et chargés d'un poids à leur surface supérieure.

(¹) Quoique ces expériences aient beaucoup d'analogie avec celles que M. Daubrée a publiées dernièrement dans les *Comptes rendus*, elles en diffèrent cependant assez pour que j'ose en présenter les principaux résultats à l'Académie.

» Les expériences que j'ai faites different de celles de sir J. Hall sur deux points :

» 1° Hall plaçait la matière qu'il voulait comprimer sur un corps qui ne se comprimait point, tandis que je me sers d'une plaque de caoutchouc de 16 millimètres d'épaisseur, de 12 de largeur, qui dans la plupart des expériences a une longueur de 40 centimètres et que j'étire à 60 centimètres. Je la couvre d'une ou deux couches d'une argile pâteuse dont l'épaisseur a varié, suivant les expériences, de 2,5 à 6 centimètres; puis je laisse le caoutchouc reprendre lentement sa dimension primitive. En se contractant, il agit d'une manière égale sur tous les points de la partie inférieure de l'argile et plus ou moins sur la masse entière, dans le sens d'un refoulement ou écrasement latéral.

» 2° Hall comprimait par un poids la surface supérieure de la matière qu'il voulait plisser, ce qui empêchait toute déformation de s'y produire, tandis que j'ai laissé cette surface libre ; alors on y voit apparaître pendant la contraction des formes qui, aux érosions près, sont semblables à celles qu'on peut observer maintenant dans les collines et les montagnes de divers pays.

» A l'extrémité de la bande d'argile sont fixées sur le caoutchouc des pièces de bois qui en suivent le mouvement de retrait et produisent ainsi une compression latérale dont l'effet s'ajoute à celui du caoutchouc. Quelques-uns de ces résultats obtenus ont été reproduits dans les photographies que je joins à cet exposé [1]. Les couches qui semblent diviser l'argile ne sont que des lignes tracées, toujours horizontalement, sur les faces latérales des bandes d'argile, avant la compression.

» 1° Le principal accident de terrain représenté dans la *fig.* 1 est une montagne dont les couches sont en pente douce d'un côté, et du côté opposé servent d'appui à des couches verticales dont elles sont séparées par une faille. Cette structure ne diffère de celle du mont Salève, près de Genève, que par l'absence d'érosions à la surface de l'argile.

» 2° Dans les *fig.* 2, 3, 4 et 5, on voit des contournements de couches semblables à ceux qui ont été si souvent décrits dans les Alpes, dans le

---

(1) Ces photographies, qui ont été déposées sur le bureau de l'Académie, ne peuvent être reproduites dans les *Comptes rendus ;* cependant, pour plus de clarté, on a conservé dans le texte les numéros auxquels se réfèrent les explications.

Toutes ces photographies sont les reproductions directes des bandes d'argile, à l'exception de la *fig.* 1 pour laquelle on a passé par l'intermédiaire d'un dessin.

Jura, dans les Appalaches, etc. Ce sont des plis aigus, plus ou moins fracturés au sommet, des voûtes arrondies, droites ou déjetées, des zones presque verticales dans lesquelles le refoulement a été plus fort qu'ailleurs et des cavernes formées par la disjonction des couches. Quelques aspérités nettement marquées d'un côté de la surface vont se terminer en pente douce de l'autre côté; la *fig.* 4 représente un côté d'une de ces bandes, la *fig.* 5 la même bande vue du côté opposé. Les chaînes de montagnes, les vallées sont nombreuses et de formes variées à la surface supérieure de l'argile. Ces accidents du sol sont tous connus du géologue.

» Tout en laissant la surface supérieure (*fig.* 6) complétement plane, j'ai placé dans l'intérieur de l'argile, sur la surface même du caoutchouc, deux demi-cylindres de 35 centimètres de rayon; j'ai cherché ainsi à imiter (si j'ose me servir de ce mot) ce qui se passerait dans la nature en supposant deux montagnes déjà solidifiées situées au fond d'une mer où se serait fait récemment un puissant dépôt stratifié horizontalement de roches encore meubles. Chacun des demi-cylindres a produit un effet différent pendant la compression; l'un a donné naissance à une vallée au-dessous de lui, l'autre à un exhaussement avec une rupture dont une des lèvres a subi un renversement complet.

» 4° En comprimant deux bandes d'argile (*fig.* 7), horizontalement stratifiées et d'inégales épaisseurs, l'une figurant une montagne et l'autre la plaine, les couches ont pris des formes qui ressemblent à celles que produisent à la lisière des Alpes les couches tertiaires qui semblent plonger sous les couches secondaires.

5° Par une compression très-forte, l'argile, en se séparant du caoutchouc, a pris la forme d'une voûte avec une cassure en forme de V au sommet, et une autre cassure en forme d'A au pied de la voûte et à la surface inférieure de l'argile. Cette dernière cassure rappelle la grande faille qui, d'après L. de Buck, détermine la position de certains volcans (*Description des îles Canaries*, p. 324).

» En résumé, les formes affectées par l'argile dans ces expériences sont tout à fait celles des montagnes. Leur examen confirme la justesse des vues de de Saussure et d'Élie de Beaumont sur les refoulements et les écrasements latéraux. Des refoulements bien plus forts que la plupart de ceux que j'ai produits ont été observés dans des régions d'une grande étendue; et, comme ils sont la conséquence du refroidissement de notre globe et de la diminution du rayon terrestre durant les différentes périodes de l'histoire de la Terre, on peut conclure de leur grandeur et de leur multiplicité que

ce rayon a subi un raccourcissement qu'on ne peut préciser, mais dont jusqu'à présent on n'a peut-être pas compris l'importance. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'oscillation diurne du baromètre.* Note de M. E. **Cousté**. (Extrait.)

« Un météorologiste distingué ayant présenté à l'Académie (séance du 18 mars 1878), sur l'*oscillation diurne du baromètre,* une théorie qui n'est pas fondée, comme je le prouverai dans la présente Note, j'ai l'honneur de proposer la théorie suivante:

I. Cette oscillation est un phénomène, à la fois de Météorologie dynamique et de Météorologie statique, dans lequel la vapeur d'eau joue le rôle principal sous l'action calorifique du Soleil. Elle est due à des variations: 1° dans la quantité de vapeur d'eau atmosphérique; 2° dans les courants verticaux ascensionnels que forment, pour une certaine part, l'air dilaté et, pour une part plus grande, la vapeur d'eau développée par le Soleil dans les couches basses et moyennes, condensée de nouveau dans les couches supérieures.

» Et d'abord il ne peut y avoir aucun bourrelet d'air dans ce phénomène. En effet:

» 1° Pour que l'air s'écoulât, qui devrait former le bourrelet, il faudrait une pente suffisante sur toute l'étendue d'un quadrant terrestre, soit 10000000 de mètres. Si l'on calcule l'accroissement de température que devrait acquérir la colonne d'air, au point le plus chaud, pour constituer la faible pente de 1 millimètre par mètre, on trouve 66°,7, condition évidemment impossible.

» 2° D'ailleurs, pour que le bourrelet se formât, il faudrait un obstacle empêchant l'air d'aller plus loin que le point voulu et le forçant à s'y accumuler. Il n'y a rien de cela.

» 3° A supposer que le bourrelet existât, comment expliquer l'énorme vitesse (464 mètres par seconde) avec laquelle il devrait se déplacer dans le sens rétrograde? Où est la force qui devrait imprimer une telle vitesse à des milliards de mètres cubes d'air, pesant des milliards de kilogrammes?

» En second lieu, de ce que la rosée est peu considérable à la surface de la Terre, on ne peut pas conclure que la vapeur d'eau ne joue qu'un rôle insignifiant dans le phénomène dont il s'agit. La rosée n'est qu'une très-faible partie de la quantité totale d'eau qui se condense par l'effet du

rayonnement nocturne. Il n'est pas une molécule de l'atmosphère qui ne participe plus ou moins au rayonnement, et qui, par suite, ne condense plus ou moins de cette vapeur d'eau qui imprègne, à diverses proportions, les couches de l'air, même au-dessus de celles où flottent les cirrhus. Or, d'après le principe ci-après exposé, l'eau atmosphérique participe ou ne participe point à la pression, suivant qu'elle est à l'état de vapeur ou à l'état de globules. Donc les variations qu'elle éprouve en passant de l'un à l'autre état ne sont pas à négliger.

» En troisième lieu, il y a une autre cause très-influente du phénomène: c'est l'effet dynamique des courants verticaux ascensionnels que produisent, d'une part, l'air dilaté et, d'autre part, la vapeur d'eau que le Soleil tire du sol et des objets placés à la surface, ainsi que des globules qui forment les nuages, les brouillards et les buées invisibles.

» II. L'eau, tant qu'elle est à l'état de globules dans l'atmosphère, n'ajoute rien à la pression. Ce qui le prouve, c'est que la pression n'augmente nullement par l'accumulation des nuages, ni ne diminue par la chute de la plus grande pluie.

» Ainsi les globules viennent-ils à diminuer par la vaporisation, la pression augmente, pour tout le temps que leur vapeur persiste à l'état élastique; mais le mouvement ascensionnel de cette vapeur atténue, dans une certaine mesure, l'augmentation. Viennent-ils à se reformer, la pression diminue.

» III. Cela posé, le phénomène s'explique plausiblement comme il suit :

» 1° *Maximum du matin*. — Quelques minutes avant le lever du soleil, les rayons commencent (vu la réfraction) à atteindre les couches supérieures de l'air. Bientôt ils descendent jusqu'au sol, et la chaleur va croissant dans la colonne atmosphérique. Par suite, la capacité pour la vapeur d'eau y augmente graduellement, et, de la vapeur qui se forme, une portion toujours croissante se maintient, le reste allant se condenser aux couches supérieures, d'où accroissement graduel du *terme positif* de la pression. En même temps, l'air dilaté et la vapeur, en s'élevant dans la colonne, la soulèvent (comme font, dans une cheminée, les gaz de la combustion); d'où décroissement de la pression. Ce décroissement (*terme négatif*) grandit avec la vitesse d'ascension de gaz: il était nul pendant la nuit, mais arrive un moment où il compense le terme positif, pour le dépasser ensuite. La pression atteint là un maximum, soit vers 10 heures du matin.

» 2° *Minimum du jour*. — Le terme négatif continue à croître en valeur

absolue, jusqu'au maximum de température, soit vers les 4 heures, où il commence à décroître, le terme positif continuant à augmenter un peu ou restant stationnaire; donc minimum.

» *Maximum du soir*. — Les deux termes décroissent graduellement, le *négatif* plus vite que le *positif;* donc la courbe de pression remontera jusqu'à ce que (vers 10 heures) commence le rayonnement nocturne, nouveau *terme négatif* remplaçant le terme dû à l'ascension des gaz, qui restera nul toute la nuit ; d'où maximum.

» 4° *Minimum de nuit*. — Le terme négatif dû au rayonnement croît en valeur absolue jusqu'à quelques moments avant le lever du soleil (vu la réfraction). Il y aura donc un minimum vers les 4 heures du matin.

» Le minimum du jour descend plus que celui de nuit, parce que le terme négatif dû à l'ascension des gaz prend de plus fortes valeurs que le terme dû au rayonnement nocturne.

» Le maximum du matin monte plus que celui du soir, parce que la courbe, dans la période tropique du matin, part d'un minimum moins bas que dans la période suivante, et que l'effet dynamique des gaz ascendants y est moindre, vu que, le sol et les couches inférieures étant moins échauffés, les courants partent de moins bas.

» Les variations : 1° des heures tropiques, suivant les saisons; 2° de la pression, suivant l'altitude ; 3° de l'amplitude de l'oscillation, suivant les saisons, la latitude et l'altitude, etc., s'expliquent aussi aisément. »

M. J. Serra-Carpi adresse une Note relative à une modification du téléphone, permettant de l'employer comme avertisseur.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 avril 1878.

Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles; par MM. Van Beneden et P. Gervais; liv. 16, texte et planches, Paris, Arthus Bertrand, 1877; in-4°.

Ostéologie et myologie des Manchots ou Sphéniscidés; par MM. PAUL GERVAIS et E. ALIX. Paris, Arthus Bertrand, 1878; in-8°.

Histoire naturelle des Oiseaux-Mouches ou Colibris, constituant la famille des Trochilidés; *par* E. MULSANT et feu Ed. VERREAUX; t. IV, liv. 1 à 4. Lyon, au Bureau de la Société linnéenne, 1877-1878; 4 liv. in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; nos 95 à 109, du 5 au 19 avril 1878; 15 numéros in-4° autographiés.

Remarques au sujet de la faune des îles Saint-Paul et Amsterdam (océan Indien), suivies d'une description des mollusques testacés de ces deux îles; par M. CH. VÉLAIN. Paris, Reinwald, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société linnéenne du nord de la France; t. IV, années 1874-1877. Amiens, impr. Delattre-Lenoel, 1877; in-8°.

Cinquième Mémoire sur la structure des corps. Partie spéculative; par A. BAUDRIMONT. Bordeaux, imp. Gounouilhou, 1877; br. in-8°.

Traité d'Anatomie topographique, avec application à la Chirurgie; par P. TILLAUX. Paris, Asselin, 1875-1877; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878).

Note sur un genre nouveau de Batraciens bufoniformes du terrain à Elephas meridionalis *de Durfort (Gard)*, (Platosphus Gervaisii); *par* M. A. DE L'ISLE. Paris, imp. Bouchard-Huzard, 1877; in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie*.)

Étude historique et critique sur le problème de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe; *par* PH. GILBERT, Bruxelles, F. Hayez, 1878; br. in-8°.

Sur un théorème de Mécanique générale et sur quelques conséquences qui en découlent; par PH. GILBERT. Bruxelles, F. Hayez, 1877; opuscule in-8°.

Note sur l'interprétation géométrique du mouvement apparent d'un point pesant à la surface de la Terre; par PH. GILBERT. Bruxelles, F. Hayez, 1877; opuscule in-8°.

Cours d'Analyse infinitésimale; par Ph. GILBERT; *Partie élémentaire;* deuxième édition. Paris, Gauthier-Villars; Louvain, Peeters, 1878; in-8°.

Sur un théorème de M. Villarceau, remarques et conséquences; par M. Ph. Gilbert. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

Manuel de technique microscopique; par le Dr P. Latteux. Paris, Coccoz, 1877; in-8°.

Sur le bolide du 14 juin 1877. Enquête et étude géométrique; par M. Gruey. Clermont-Ferrand, imp. Thibaud, 1878; in-8°.

Cholera of 1873; *by* W.-R. Sevier. Jonesboro, Tennessee, sans date; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant, 1878.)

Annales of the astronomical Observatory of Harvard College; vol. I, Part. I. Cambridge, Metcalf, 1856; in-4°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X. Part. III, IV et V. London, 1877-1878; 2 liv. in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1877; Part III, IV. London, 1877-1878; 2 vol. in-8°.

Rede er herdenking van den sterfdag van Carolus Linnaeus eene eeuw na diens verscheiden in felix meritis, op den 10 *den januari* 1878; *Uitgesproken door* Dr Oudemans. Amsterdam, Scheltema et Holkema, 1878; in-8°.

Linnaeana in nederland a aanwering. Tentoongesteld op 10 *januari* 1878, *in het Koninklijk zoologisch genootschap « natura artis magistra » te Amsterdam.* Amsterdam, Scheltema et Holkema, 1878; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du Professeur Docteur Th. Bredichin; vol. IV. 1re liv. Moscou, A. Lang, 1878; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 avril 1878.

Revue de Géologie, pour les années 1875 *et* 1876; *par* MM. Delesse et de Lapparent; t. XIV. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

Le bland bill; par H. Cernuschi. Paris, Guillaumin, 1878; in-8°.

De l'anémie et spécialement de l'anémie chez les femmes; par le Dr P. Fabre. Paris, Lauwereyns, 1878; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Étude sur l'utilisation de la vapeur dans les locomotives et l'application à ces machines du fonctionnement Compound; par A. MALLET. Paris, impr. Capiomont et V. Renault, 1878; in-8°.

Considérations générales sur l'ophthalmie communément appelée ophthalmie d'Egypte; par le Dr DUTRIEUX. Le Caire, imp. de l'État-major général, 1878; in-8°.

Intendance générale sanitaire d'Égypte. Exposé des mesures prises en Égypte contre l'épidémie cholérique du Hedjaz de 1877-1878. Alexandrie d'Égypte, impr. Debono, 1878; br. in-8°. (Ces deux derniers Ouvrages sont présentés par M. le baron Larrey, au nom de M. de Lesseps.)

Catalogue raisonné des mousses de l'arrondissement d'Abbeville; par E. DE VICQ et Ch. WIGNIER. Paris, F. Savy, 1877; in-8°.

De la végétation sur le littoral du département de la Somme. Guide pour les herborisations; par M. E. DE VICQ. Paris, F. Savy, 1876; in-18°.

Les plantes intéressantes de la vallée de la Bresle et de ses deux versants; par M. E. DE VICQ. Paris, F. Savy, 1877; br. in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours La Fons Mélicocq, 1878.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1876-1877. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1878; in-8°.

Comité international des poids et mesures. Procès-verbaux des Séances de 1877. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°. (Deux exemplaires.)

Essai sur le classement des animaux qui vivent sur la plage et dans les environs de Dunkerque; par M. O. TERQUEM; 2e fascicule, sans lieu ni date; br. in-8°.

Les temps préhistoriques dans le sud-est de la France. Allées couvertes de la Provence (second Mémoire); par M. CAZALIS DE FONDOUCE, suivi d'une *Étude sur les Mollusques trouvés dans les allées du Castellet; par* M. H. NICOLAS. Montpellier, C. Coulet; Paris, A. Delahaye, 1878; in-4°.

Di alcune riflessioni sopra la dispersione della luce. Nota di A. LOMENI. Milano, tip. degli Ingegneri. Sans date; br. in-8°.

Astronomical observations made at the royal Observatory Edinburgh; by PIAZZI SMYTH; vol. XIV for 1870-1877. Edinburgh, printed by Neill, 1877; in-4° relié.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 18 (6 Mai 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

—

1878

N° 17.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

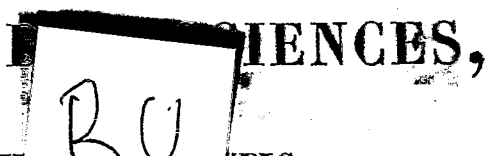
PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE D IENCES,



PAR MM. LES SECRÉTAI ELS.

TOME LXXXVI.

N° 18 (6 Mai 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *F.-M. Malaguti*, Correspondant de la Section de Chimie, décédé le 26 avril 1878, à Rennes.

M. **Dumas** ajoute quelques paroles à cette triste Communication :

« M. Malaguti, né à Bologne en 1802, venu en France à la suite des événements de 1831, était devenu Français par sa naturalisation, par ses sentiments et par son mariage. Il avait su se concilier les plus fermes et les plus nombreuses affections, autant par ses rares talents que par la dignité de sa vie et la sûreté de son commerce.

» Admis avec Pelouze dans le laboratoire particulier de Gay-Lussac, il ne tarda point à se faire connaître par des travaux personnels, qui lui méritèrent toute la confiance de M. Alex. Brongniart. Placé en 1840 comme chimiste à la manufacture de Sèvres, il contribua très-activement à l'établissement de la méthode précise qui en dirige les opérations. Plus tard, en 1850, nommé professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Rennes,

puis doyen de cette Faculté et recteur de cette Académie, il remplit ces diverses fonctions avec la même autorité.

» M. Malaguti était l'un des meilleurs professeurs de l'Université ; ses Traités de Chimie et ses leçons de Chimie agricole ne restaient pas dans les mains des seuls étudiants de Rennes : ils obtenaient partout le succès le plus sérieux, en raison de leur clarté, de leur précision et de la solidité des doctrines auxquelles l'auteur s'était attaché.

» De nombreux Mémoires sur les sujets les plus variés, appartenant à la Chimie minérale, à la Chimie organique, à l'Agriculture et à la Géologie, ont été présentés à l'Académie par M. Malaguti et lui avaient mérité le titre de Correspondant. Il avait succédé à Laurent en 1855.

» Les couleurs employées en céramique, l'analyse du kaolin, la recherche du plomb et de l'argent dans l'eau de la mer, l'association de l'argent aux minerais métalliques, la production de la pyrite dans les terrains d'alluvion, l'étude des chaux hydrauliques, ont été l'occasion de travaux restés classiques de la part de M. Malaguti seul ou avec la collaboration de M. Durocher, son collègue à Rennes.

» Entré dans la carrière, au moment où la théorie des substitutions excitait les plus vives contradictions, M. Malaguti, par de nombreuses recherches de Chimie organique, contribua dans une large mesure à la faire accepter. Ses études sur les éthers chlorés sont restées comme un modèle. La précision et la clarté qui se font toujours remarquer dans ses Mémoires de Chimie organique assignent à M. Malaguti une place d'élite parmi les savants qui ont contribué à donner à cette branche de nos connaissances sa forme actuelle. »

ASTRONOMIE ET MÉTÉOROLOGIE. — *Note, en réponse à M.* Broun, *sur la prétendue identité des périodes des taches solaires et de la variation diurne de la boussole de déclinaison;* par M. Faye.

« L'argumentation de M. Broun est basée sur ce que, pour déterminer la période des taches par des observations sûres, je me trouverais avoir été conduit à prendre les quatre périodes les plus longues de ce siècle.

» Je ferai remarquer que, dans ma dernière Communication (p. 1046), j'ai appliqué cette même période, uniquement basée sur les quatre dernières périodes de ce siècle, à toutes les observations existantes de minima depuis 267 ans, sans aucune exception. J'ai fait le même calcul pour la

période que M. Broun veut imposer aux taches. C'est là assurément une épreuve décisive.

» Or ces 267 années d'observations, dont les 40 dernières années ont seules été employées par moi, sont satisfaites d'un bout à l'autre, sauf les petits écarts auxquels on doit s'attendre dans ce genre de détermination, par la période de $11^a,11$. La somme des carrés des erreurs n'est que de 41 unités (¹); les erreurs examinées individuellement sont indifféremment positives ou négatives; les petites sont de beaucoup les plus nombreuses; les grandes, l'une de 3,2, l'autre de 4,2, se réduisent à 2 sur 25.

» Au contraire, quand on veut imposer aux observations la période de M. Broun, de $10^a,45$, la somme des carrés des erreurs est 50 fois plus forte (1974); les petites erreurs sont les moins nombreuses : sur 25, il y en a 19 qui vont de 3 à 17 années! En outre, au lieu de signes indifféremment positifs ou négatifs, la série des erreurs suit une progression parfaitement croissante de $-1^a,4$ à $+15^a$ (²).

» Si, au lieu de soumettre au calcul les époques des minima, on employait celles des maxima, les résultats seraient presque exactement les mêmes.

» On n'a jamais eu l'occasion de noter, dans l'histoire des sciences d'observation et de calcul, de démonstration plus péremptoire.

» La question est donc réduite à ces termes par l'ensemble des calculs que j'ai présentés à l'Académie. M. Wolf a trouvé que la période des taches est de $11^a,11$, et, sous l'empire d'une idée préconçue, il soutient que celle du magnétisme *doit être* aussi de $11^a,11$.

» M. Broun a trouvé que la période des variations magnétiques est de $10^a,45$, et, sous l'empire de la même idée préconçue, il soutient que celle des taches *doit être* aussi de $10^a,45$.

» Il est désormais établi que M. Wolf a raison contre M. Broun pour la période des taches, que M. Broun a raison contre M. Wolf pour la période du magnétisme, mais qu'ils ont tort tous les deux de vouloir imposer aux deux ordres de phénomènes une même période. Ils n'y parviennent qu'en torturant les nombres des périodes constatées; et si l'on

---

(¹) Les cinq premiers écarts de la page 1046 répondent à la période $11^a,20$ d'un précédent calcul. Avec la période de $11^a,11$, ils seraient un peu différents. La différence est insignifiante.

(²) P. 1046, dernière colonne, ligne 14, au lieu de + 6,7, lisez + 6,8; 4ᵉ colonne, igne 16, au lieu de 1820,0, lisez 1819,9.

adopte, soit l'un, soit l'autre de ces nombres ainsi torturés, on n'aboutit qu'aux contradictions les plus violentes avec les faits.

» L'idée préconçue est donc inadmissible; les taches solaires n'ont aucun rapport avec la variation en déclinaison de l'aiguille aimantée. Ce qui explique les analogies de détail qui ont si vivement frappé tant d'éminents observateurs et l'illusion qui a régné si longtemps dans la science, c'est la circonstance fortuite que les phases des deux phénomènes coïncidaient, à très-peu près, vers le milieu de ce siècle. La même coïncidence se reproduit tous les cent soixante-seize ans. Le phénomène oscillatoire que présente la constitution intime du Soleil, et qui se manifeste diversement par la fréquence des taches et par celle des flammes hydrogénées, est encore plus régulier qu'on ne le croyait. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences relatives à la chaleur qui a pu se développer par les actions mécaniques dans l'intérieur des roches, particulièrement dans les argiles ; leurs déductions quant à certains phénomènes géologiques, notamment au métamorphisme* [suite ([1])]. Note de M. **Daubrée**.

Chaleur développée dans le frottement mutuel des roches.

« Le frottement, qui cause une chaleur si sensible lorsque des métaux frottent l'un contre l'autre, produit en général des effets beaucoup moins marqués quand il s'agit de roches. Comme c'est précisément le cas qui intéresse spécialement le géologue, il n'est pas inutile de rappeler quelques exemples d'effets calorifiques fort notables que des opérations industrielles peuvent nous fournir.

» Lorsque deux meules horizontales arrivent à frotter l'une contre l'autre, elles peuvent s'échauffer fortement, et, par suite, échauffer la farine au point de l'avarier. Cet effet se produisait surtout autrefois en Alsace quand, antérieurement à l'emploi des meules de silex carié de la Ferté-sous-Jouarre, on employait celles de grès des Vosges, qui ne présentaient pas une taille aussi convenable à la circulation de l'air.

» Dans l'opération préliminaire de la taille du diamant, connue sous le nom de *brutage*, où deux diamants sont soumis non-seulement à un frottement, mais encore à un choc mutuel, la pierre s'échauffe assez pour ramollir le mastic qui la porte, surtout lorsque l'opération, au lieu

---

([1]) Voir, pour la première partie, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1047.

de se faire à la main, s'exécute sur la meule. En outre, lors du polissage à la meule, le diamant peut s'échauffer bien plus encore, et, pour l'éviter, on doit le tremper de temps à autre dans l'eau. On a vu le diamant noir ou *carbonado* devenir incandescent en travaillant à sec sur des roches quartzeuses.

» Il est toujours difficile de mesurer rapidement de faibles variations de température qui peuvent se produire sur un corps solide; cependant j'ai cherché à m'en rendre compte, surtout dans le but de constater l'influence de la pression.

» Une plaque circulaire de marbre, fixée sur un tour de lapidaire à axe vertical, recevait un mouvement de rotation très-rapide. En même temps, on appuyait sur une petite partie de sa surface, non loin de sa circonférence, une autre plaque de marbre, immobile et de petite dimension, sur laquelle on avait appliqué un poids. Pour constater la température de la surface de la plaque immobile, après qu'elle avait subi un frottement, on se servait d'un thermomètre à alcool, ayant un réservoir d'une grande capacité, dont le fond, formé d'un verre mince et aplati, pouvait être appliqué sur cette plaque. Les accroissements ainsi observés devaient être inférieurs à la réalité et ne représentaient que des *minima*. Cependant ils ont été très-notables, même pour des temps très-courts, comme le montre le résumé ci-après (1) :

Temps.	Nombre de tours de la roue.	Chemin parcouru.	Accroissement observé.
1 minute....	445	155m	4°,5
10 secondes....	60	21	2,0
5 »	30	10,50	1,7
3 » ...	15	5,25	1,5
1 »	5	1,75	0,6

» De l'argile sèche de Vaugirard qu'on a fait frotter sur le calcaire s'est également échauffée, quoiqu'une partie notable se réduisît en poussière. En augmentant le poids qui pressait sur le prisme d'argile, on a reconnu, comme on pouvait s'y attendre, que la chaleur produite augmente avec la pression.

» L'influence de la pression sur la chaleur produite peut d'ailleurs se constater dans maintes circonstances, par exemple quand on carbonise partiellement du bois, en le frottant sur lui-même.

(1) Ces essais ont été faits avec l'obligeant concours de M. Napoli.

» Lorsqu'il y a choc, il suffit d'un instant très-court pour que la température s'élève beaucoup. C'est ainsi que, dans les expériences de MM. Piobert et Morin sur le tir, les moellons calcaires contre lesquels frappait le boulet acquéraient, sur une faible épaisseur, d'après les auteurs des expériences, la saveur légèrement caustique de la chaux vive. Dans le choc de deux pierres, il se développe souvent assez de chaleur pour produire de la lumière et de la chaleur.

II. — Déductions géologiques, particulièrement en ce qui concerne le métamorphisme.

» Lorsque les couches ont suivi les actions qui les ont infléchies, elles étaient déjà à l'état solide; mais, comme il n'existe aucun corps parfaitement rigide, ces roches, en même temps qu'elles se déformaient, paraissent avoir subi aussi des mouvements intérieurs, ayant une certaine analogie avec ceux dont nous venons d'étudier les effets dans l'argile.

» Un des faits qui amène à cette conclusion, c'est que beaucoup de ces roches ont acquis dans ces mouvements la structure feuilletée. Il ne s'agit pas seulement des argiles, mais aussi des calcaires et des quartzites qui sont si souvent schisteux, par exemple dans les Alpes. Les conditions dans lesquelles la structure schisteuse a pris naissance sont maintenant démontrées, non-seulement par l'observation, mais aussi par l'expérience. On sait que cette structure décèle une certaine mobilité moléculaire, une sorte de malléabilité, dans les roches où elle a pris naisssance, à la condition toutefois que celles-ci aient été soumises à des pressions suffisamment énergiques.

» Sans qu'il y ait eu besoin de fortes pressions, on a pu, en malaxant l'argile pendant un temps très-court, l'échauffer fort notablement. A plus forte raison les mouvements naturels ont-ils pu élever de même la température dans l'intérieur de roches moins plastiques, sous les pressions énormes qui étaient en jeu, et lors même que les déplacements moléculaires n'auraient eu que peu d'amplitude.

» D'un autre côté, une faible élévation de température suffit déjà pour faire naître des réactions chimiques dans des masses telles que les roches qui nous occupent; l'eau de carrière, dont toutes les roches sont imprégnées, et celle qui pouvait y trouver accès favorisaient ces actions, qui ont pu se prolonger un long laps de temps. C'est ce que démontre la production contemporaine de silicates cristallisés de la famille des zéolithes dans les

briques romaines, à des températures qui quelquefois n'atteignaient pas 50 degrés [1].

» L'expérience fait donc bien comprendre que certains effets du métamorphisme régional puissent simplement dériver de la chaleur que des actions mécaniques ont provoquée dans les roches.

» Dans l'étendue d'un même bassin houiller, le combustible présente souvent de grandes différences, au point de vue de la proportion des matières volatiles qu'il renferme, et l'anthracite peut s'y rencontrer, en même temps que la houille proprement dite.

» Cette modification se fait souvent loin de toute roche éruptive apparente : c'est ainsi qu'elle se présente avec une netteté remarquable dans les bassins de Mons et de Valenciennes, où la houille passe de l'état *gras* à l'état *demi-gras* et à l'état *maigre*, à mesure que l'on arrive à des faisceaux de couches plus profondes.

» Mais, ailleurs, des différences analogues se présentent dans des couches appartenant à un même niveau, et indépendamment de leur profondeur. Dans les monts Appalaches, d'après de nombreuses analyses rapprochées d'observations exactes sur le terrain, dont on est redevable à M. M. Rogers [2], l'anthracite se montre dans la région orientale, où les roches sont le plus disloquées. A mesure qu'on s'avance vers l'ouest, la proportion de matière bitumineuse augmente très-régulièrement, de telle sorte que la perte en matières volatiles paraît être en rapport avec les plissements des couches. Ce contraste a été attribué par M. M. Rogers à de grandes quantités de vapeur et de matières gazeuses qui seraient sorties dans les régions fracturées. Mais, quand on se reporte aux coupes qui montrent l'association de l'anthracite à des couches où les plis sont aussi prononcés et aussi rapprochés les uns des autres que dans les Alpes, et qu'on tient compte des expériences qui précèdent, il paraît très-possible que, dans la région dont il s'agit, l'échauffement produit par les actions calorifiques soit intervenu dans cette sorte de distillation lente. On peut croire qu'il en est de même, et à plus forte raison, pour le combustible des Alpes, qui appartient au véritable terrain houiller et qui consiste toujours en anthracite.

» Les roches pierreuses, quoique sans doute moins impressionnables par la chaleur que les dépôts charbonneux avec leurs principes volatils, pré-

---

(1) *Zéolithes formées par les eaux thermales de Luxeuil* (*Haute-Saône*) (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XVIII, p. 108).

(2) *American geologist*, p. 433; 1843.

sentent également des différences, selon qu'elles ont à peu près conservé leur position originelle ou qu'elles ont été fortement infléchies et contournées.

» D'une part, dans les régions où les couches sont restées horizontales, les roches argileuses ne se présentent pas à l'état de véritables phyllades, même dans les couches très-anciennes, siluriennes ou autres. D'autre part, des phyllades bien caractérisés, et susceptibles par exemple d'être exploités comme ardoises, sont connus dans des terrains comparativement récents, à la condition toutefois que ces terrains aient été disloqués : tels sont ceux que l'on rencontre dans le terrain nummulitique des Alpes, du Dauphiné et de la Suisse (Glaris) et dans celui des Pyrénées.

» De même, on sait que le calcaire a souvent acquis des caractères particuliers, lorsqu'il appartient à des couches fortement redressées. Cette relation, d'après des études récentes de M. Hull, est aussi claire dans le sud-est de l'Irlande, aux environs de Cork, que dans les Alpes. A l'occasion de ses études récentes sur le Glaernisch, M. Baltzer a cherché la cause de certains changements dans la chaleur développée par la friction.

» Malgré l'état de solidité où ces couches paraissent s'être trouvées lorsqu'elles ont été infléchies, les mouvements moléculaires qu'elles ont éprouvés sont attestés par la déformation des fossiles qu'on y constate souvent, à la manière de celle qui est fréquente dans les schistes. C'est ainsi que, dans les couches du Grand Moveran (canton de Vaud), qui présente un renversement si imposant, certaines ammonites enchâssées dans le calcaire le plus solide ont été comprimées ou étirées et présentent une disposition ovale dans laquelle le rapport du grand au petit axe, lequel va du bord dorsal au bord ventral, varie souvent de 1,30 jusqu'à 1,60 (¹).

» J'ajouterai qu'une de ces ammonites, ayant été coupée en deux par le milieu, parallèlement à ses côtés, a été polie : M. Jannettaz, qui a bien voulu, sur ma prière, l'examiner au point de vue de la conductibilité de la chaleur, a reconnu que les ellipses d'égale conductibilité ont leur grand axe dirigé parallèlement à la direction de l'allongement relatif maximum.

» D'après ce que l'on vient de constater expérimentalement sur les argiles, il ne me paraît guère douteux que les couches calcaires aient souvent éprouvé des mouvements intérieurs assez forts pour y acquérir une augmentation notable de chaleur.

(¹) Ces déformations sont à distinguer de l'aplatissement suivant les côtés, qui est très-fréquent et que peut expliquer la simple pression du poids des couches.

» Le développement fréquent de la structure schisteuse dans les roches calcaires qui ont été infléchies conduit à la même conclusion. Entre autres exemples, je rappellerai les calcaires phylladifères et lustrés, comme ceux qui sont si développés dans la Maurienne et dans la Tarentaise et qui sont attribués au terrain triasique, et les calcschistes de Sembraucher (Valais), employés sous forme de grandes plaques dans une partie de la Suisse.

» La rareté des fossiles dans les calcaires tourmentés des Alpes et autres contrées est bien connue de tous les géologues, qui en retrouvent à grand peine quelques débris. A part toute considération théorique sur le mode originel de dépôt de ces couches très-épaisses, on conçoit que, dans les mouvements intérieurs, les fossiles n'aient pas été seulement déformés, mais aussi qu'ils aient pu se triturer au point de disparaître ([1]).

» Non-seulement le calcaire ainsi corroyé a pu changer de texture et prendre un état cristallin; mais encore, en présence de l'élévation de la température qui s'y était produite, certains minéraux s'y sont développés. C'est ainsi que la présence si fréquente de l'albite en petits cristaux très-nets, qui sont disséminés de toutes parts dans les calcaires magnésiens du trias de la Savoie, ne peut s'expliquer sans une élévation générale de température dans ces massifs.

» Les roches quartzeuses et quartzites, qui aussi sont très-souvent devenus schisteux, donneraient lieu à des considérations analogues.

» On a vu plus haut que, dans le malaxage, l'argile s'échauffe d'autant plus, à mouvement égal, qu'elle est plus dure, c'est-à-dire que les glissements moléculaires sont moins faciles et que le travail absorbé est plus considérable. D'après ce fait, on est autorisé à supposer que, quand des roches plus cohérentes que ces argiles ont été soumises à des actions mécaniques assez puissantes pour y déterminer un certain mouvement intérieur, elles étaient dans des conditions encore plus favorables pour s'échauffer.

» Dans les expériences au tonneau malaxeur, l'argile subit des mouvements gyratoires réitérés, tandis que dans beaucoup de cas naturels, lors des inflexions de roches, les mouvements peuvent avoir été plus simples et d'un moindre trajet. Mais il importe de se rappeler combien est grande l'influence de la pression sur la chaleur produite, et combien la force mo-

---

([1]) Telle est aussi l'opinion à laquelle est arrivé M. Edward Hull, à la suite de ses études précitées sur les calcaires des environs de Cork, qui sont en couches contournées et contiennent des fossiles déformés (*Journal de la Société géologique d'Irlande*, t. XIV, p. 11; 1877).

trice obtenue dans les expériences qui précèdent est faible par rapport aux actions qui ont été mises en jeu dans les dislocations mécaniques de l'écorce du globe. Aussi paraît-il bien difficile de ne pas admettre que, dans ces dernières conditions, un déplacement, même très-faible, dès qu'il a été suffisant, par exemple, pour provoquer une structure schisteuse dans les calcaires ou les quartzites, n'ait pas été accompagné d'une élévation notable de température.

» A part les mouvements moléculaires qui se sont produits dans les roches, en raison d'une sorte de malléabilité, les couches ont dû fréquemment frotter les unes sur les autres, pendant qu'elles se déformaient. En dehors de toute considération géométrique, le fait est mis en évidence par les stries que présentent souvent leurs surfaces de jonction, dans les Alpes, dans le Jura, et ailleurs, surfaces qui, dans quelques expériences, ont été également imitées avec des stries. Ces frottements étaient accompagnés de pressions énormes et par conséquent n'ont pu s'opérer sans produire une certaine quantité de chaleur, lors même que le déplacement aurait été court et que les surfaces frottantes ne se seraient pas *émaillées*, comme il est souvent arrivé pour les failles.

» D'ailleurs, dans un même massif, certaines parties ont dû s'échauffer plus que d'autres.

» En résumé, dans des massifs où le métamorphisme s'est développé sur de grandes dimensions et loin de l'apparition de toute roche éruptive, telles qu'en présentent bien des régions des Alpes, la chaleur qui a présidé à la transformation des roches et à l'apparition de nouvelles espèces minérales peut avoir été causée par les actions mécaniques mêmes que subissaient ces roches. La Thermodynamique, qui a déjà jeté une si vive lumière sur divers phénomènes chimiques et physiques, devra porter aussi son flambeau dans la Géologie. »

NAVIGATION. — *Sur un nouveau Mémoire de M.* Bertin, *intitulé : « Observations de roulis ou de tangage, faites avec l'oscillographe double, à bord de divers bâtiments ».* Note de M. **Dupuy de Lome.**

« L'Académie, dans sa séance du 2 avril 1877, a voté l'impression au Recueil des *Savants étrangers* d'un Mémoire de M. Bertin, exposant ses études expérimentales sur les roulis, faites à bord du *Crocodile*.

» Aujourd'hui j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part de M. Ber-

tin, un nouveau Mémoire reproduisant les résultats déjà relatés dans le Mémoire précité, mais donnant, en outre, d'autres observations plus étendues, faites depuis sur le bâtiment transport *l'Annamite* et complétées par des expériences exécutées sur la *Navette*, petit bâtiment à vapeur.

» Ce nouveau travail renferme de plus une étude du tangage, étude toute nouvelle, faite, comme celle des roulis, avec l'oscillographe double.

» Le premier Chapitre est consacré à l'exposé du principe de cet instrument, principe qui n'avait été que sommairement expliqué dans le premier Mémoire. Il renferme l'analyse détaillée des influences auxquelles est soumis le petit pendule et des inclinaisons propres qui peuvent lui être imprimées par le roulis, avec l'indication des moyens de distinguer et même de mesurer ces inclinaisons sur les tracés, afin d'en corriger les *roulis relatifs*, c'est-à-dire les inclinaisons du navire par rapport à la normale sur la surface de la houle.

» L'étude du roulis à bord de l'*Annamite* a été faite pendant toute une traversée de Cherbourg à Toulon, mais surtout pendant un coup de vent dans le golfe de Gascogne. Les expériences confirment la loi générale de l'isochronisme du roulis à la mer pour un même navire et un même état de son chargement, c'est-à-dire que la durée du roulis est constante quelles que soient, en général, l'intensité et la durée de succession des lames. Cependant ces expériences montrent que la loi ainsi formulée a besoin d'être complétée et modifiée à certains égards. Ainsi la durée du roulis n'est constante que pour le mouvement d'une amplitude totale mesurant au moins 10 degrés d'un bord sur l'autre. En même temps, même pour des oscillations supérieures à 10 degrés, leur durée varie un peu avec l'intensité du vent. Elle peut descendre d'un sixième au-dessous de la durée observée pour les roulis factices produits sur une eau calme, et elle ne s'élève jamais au-dessus de cette dernière.

» Ces variations de durée du roulis résultent de l'effet du vent sur les parties supérieures du navire et des résistances passives que le vent fait varier, mais non point de la période des vagues.

» Les roulis simples ou demi-roulis exécutés à l'encontre du vent sont toujours notablement plus brefs que ceux exécutés en sens inverse, c'est-à-dire quand le vent les favorise. On eût pu croire *a priori* le contraire en ne réfléchissant pas suffisamment aux diverses causes en jeu dans ce phénomène. La différence de durée de ces deux oscillations d'une même amplitude, toujours plus rapide contre le vent qu'avec l'aide du vent, augmente avec l'intensité de la brise.

» La vivacité du roulis contre le vent est assez grande pour modifier considérablement l'idée qu'on pourrait se faire, d'après l'expérience des roulis factices produits en eau calme sur l'importance des forces d'inertie, développées dans le roulis, et pour montrer qu'il faut des amarrages plus énergiques que ne le ferait supposer le calcul fait d'après les roulis factices pour maintenir à leur poste les objets mobiles.

» Après la question de la durée du roulis, les observations de M. Bertin lui ont permis de mesurer leur *amplitude* avec une grande exactitude.

» Cette *amplitude* varie essentiellement avec la période de succession des vagues; l'amplitude augmente considérablement quand cette période s'approche d'être synchrone avec les oscillations pendulaires propres au navire. Ainsi, sur la *Navette*, on a atteint, dans le cas du synchronisme, pour quelques vagues successives, jusqu'à 44 degrés de roulis.

» Les règles suivant lesquelles l'amplitude du roulis augmente ou diminue en raison du sens de la rotation du navire et de celui du mouvement de la normale à la surface de l'eau ressortent avec précision, et l'on peut établir d'après ces observations : 1° que les roulis sont croissants quand le navire et la normale à la vague tournent dans le même sens pendant les rappels et en sens inverse pendant les abatées ; 2° que les roulis sont décroissants quand les mouvements du navire et de la normale aux vagues sont de sens inverse pendant les rappels et de même sens pendant les abatées.

» Les observations de tangage ont été faites d'abord sur l'*Annamite*. Les résultats ont été très-nettement accusés.

» Le petit pendule a tracé une ligne droite, indiquant que l'*Annamite* tanguait en suivant simplement l'inclinaison variable de sa position d'équilibre hydrostatique à la surface de la mer.

» Le grand pendule a tracé une courbe ondulée qui représentait le tangage absolu. Cette courbe donne en même temps la durée de succession des diverses positions d'équilibre, du moins entre les angles maxima d'inclinaison dans un sens ou dans l'autre.

» Le nouveau Mémoire de M. Bertin sur les observations de roulis et du tangage, faites avec l'oscillographe double, à bord de divers bâtiments, étant plus important, plus complet que son Mémoire primitif, j'ai l'honneur de demander à l'Académie de vouloir bien substituer le nouveau Mémoire à l'ancien, pour l'impression déjà votée dans le recueil des *Savants étrangers*.

» Ce Mémoire y formera, avec la Note sur la résistance des carènes dans le roulis, qui a déjà paru, un travail d'ensemble intéressant à un haut degré la science de l'architecture navale.

» Les expériences sur la décroissance du roulis factice en eau calme, imaginées par M. Bertin en 1867, viennent d'être rendues réglementaires dans la marine de l'État. Il est probable que l'usage d'observations précises sur les mouvement, du roulis et du tangage à la mer se généralisera également. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu M. *Gintrac*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Chauveau obtient	30	suffrages.
M. Desgranges..................	8	»
M. Stolz.......................	6	»
M. Rouget......................	1	»
M. Courty......................	1	»

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Chauveau**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches démontrant la non-nécessité de l'entre-croisement des conducteurs servant aux mouvements volontaires à la base de l'encéphale, ou ailleurs;* par M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Quatrefages, Robin, Vulpian.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un court résumé de recherches expérimentales et cliniques, montrant qu'il n'y a aucune nécessité d'admettre un entre-croisement des conducteurs servant aux mouvements volontaires.

» Comme on admet que les mouvements volontaires des membres d'un côté du corps sont provoqués par le côté opposé de l'encéphale, on est obligé d'admettre aussi (et on le fait sans hésiter) que les conducteurs servant à ces mouvements s'entre-croisent dans au moins une des parties du centre cérébro-rachidien. Où donc s'opère cette décussation de conducteurs? Par des raisons bien connues, personne ne la place dans la moelle

épinière, bien que l'anatomie nous enseigne qu'un entre-croisement existe dans toute la longueur de cet organe.

» L'idée que cette décussation a lieu à la partie inférieure du bulbe rachidien a prévalu pendant longtemps, depuis la découverte de l'entre-croisement des pyramides antérieures. J'ai moi-même essayé autrefois de démontrer que c'est là, et là seulement, que les conducteurs servant aux mouvements volontaires font leur décussation. De très-nombreux faits cliniques témoignent en faveur de cette idée. Ce sont des cas dans lesquels une lésion, limitée à une moitié latérale de la protubérance ou du bulbe rachidien, n'a déterminé de paralysie des membres que dans le côté opposé. Mais il n'est plus possible, en présence des arguments contraires que voici, de continuer à admettre cette donnée. En premier lieu, la section de l'une ou des deux pyramides sur des mammifères peut être faite sans qu'il y ait de paralysie marquée. Magendie, Vulpian, Moritz Schiff et d'autres ont constaté que la marche reste possible, et n'est même pas altérée d'une manière notable, après la section de l'une ou des deux pyramides. J'ai fait de très-nombreuses recherches à ce sujet, et j'ai obtenu des résultats qui montrent clairement, d'une part, que les pyramides antérieures ne sont pas essentielles aux mouvements volontaires, et, d'une autre part, que leur lésion cependant peut produire des troubles variés dans ces mouvements.

» La section des pyramides peut donc ne pas causer de paralysie, d'où il suit évidemment que nous devons rejeter la donnée que les conducteurs des ordres de la volonté aux muscles passent par ces parties et s'entre-croisent à l'extrémité inférieure du bulbe rachidien. Un second argument conduit à la même conclusion : les pyramides étaient très-notablement altérées chez l'homme dans un grand nombre de cas, dont deux observés par M. Vulpian, où cependant les mouvements volontaires des membres n'avaient pas subi de diminution marquée. Un troisième argument se tire de l'existence de dégénérations secondaires. On sait qu'il est très-fréquent dans les lésions un peu anciennes du corps strié et d'autres parties de l'encéphale de trouver une dégénération atrophique du pédoncule cérébral, de la protubérance et de la pyramide antérieure du côté de la lésion encéphalique primitive. On sait aussi que cette dégénération s'étend à la moelle épinière où on la constate, surtout dans la partie postérieure du cordon latéral du côté opposé. Or, la section transversale de cette partie ou de la totalité de ce cordon peut être faite sans la production de la plus légère trace de paralysie.

» Il faut donc, d'après ces trois arguments, rejeter complétement la

notion que les ordres de la volonté aux muscles passent uniquement ou surtout par les pyramides antérieures. Mais où donc se fait l'entre-croisement que ces conducteurs doivent nécessairement accomplir d'après les théories reçues? La plupart des physiologistes soutiennent maintenant que c'est dans la protubérance annulaire. Cette opinion est absolument erronée : en premier lieu, il existe des cas très-bien observés de lésion occupant soit une pyramide seulement, soit une moitié entière du bulbe avec paralysie limitée aux membres du côté opposé. Or, si l'entre-croisement avait lieu dans la protubérance, c'est dans le côté correspondant à la lésion que la paralysie se montrerait.

» En second lieu, si la décussation se faisait dans la protubérance, que trouverions-nous, lorsqu'une lésion occupe la totalité d'une moitié latérale de cet organe, ou au moins toute sa longueur et toute son épaisseur d'un côté, près de la ligne médiane? La partie lésée contiendrait tous les conducteurs venant des deux moitiés du cerveau, les uns avant, les autres après leur entrecroisement, d'où il résulterait de la paralysie des deux côtés du corps et non une simple hémiplégie. Or, dans la très-grande majorité des cas d'une telle lésion, il n'y a eu que de l'hémiplégie du côté opposé.

» Nous voici donc en présence de deux séries d'arguments : les uns montrant que les conducteurs servant aux mouvements volontaires ne s'entre-croisent pas dans le bulbe rachidien; les autres qu'ils ne s'entre-croisent pas dans la protubérance. Il faut donc rejeter la supposition que les mouvements volontaires ne s'exécutent qu'à l'aide de conducteurs s'entre-croisant à la base de l'encéphale. C'est la notion que la paralysie, c'est-à-dire la perte du mouvement volontaire, dépend de la cessation d'action de la partie lésée dans l'encéphale, qui a conduit à considérer ce centre nerveux comme agissant d'une manière croisée pour produire les mouvements volontaires. Mais les paralysies d'origine encéphalique résultent si peu de la perte d'action de la partie lésée, que nous trouvons les plus grandes différences dans les effets d'une même lésion, ainsi que le montrent les faits suivants :

» La section d'une moitié latérale du bulbe rachidien, faite dans tous les cas à un même niveau et dans la même espèce, m'a donné les résultats variés que voici : pas de paralysie évidente ou paralysie du côté correspondant, du côté opposé, ou enfin des deux côtés. On sait que MM. Vulpian et Philippeaux n'ont pas constaté de paralysie manifeste; Magendie, Lemoigne et Lussana en ont noté du côté correspondant, Lorry du côté opposé et M. Calmeil des deux côtés.

» De même j'ai trouvé que la section d'une pyramide antérieure cause de la paralysie du côté opposé, du côté correspondant ou des deux côtés, tandis que le plus souvent cette section ne cause aucune paralysie manifeste.

» Les cautérisations de la surface du cerveau par le fer chauffé au blanc ou au rouge, chez des chiens et d'autres animaux, m'ont montré que les phénomènes les plus variés peuvent résulter d'une même lésion. Ici la lésion, bien que limitée à une moitié du cerveau, a déterminé de la paralysie ou de la contracture soit dans un seul membre, soit dans deux membres du côté correspondant ou du côté opposé, soit dans les deux membres antérieurs ou dans les postérieurs.

» Chez l'homme, la paralysie peut varier excessivement, quant à son siége, son étendue, son intensité, sa durée, ses associations avec d'autres symptômes, etc., bien que la lésion qui la cause occupe le même point dans l'encéphale et soit de même nature. La paralysie peut donc ne pas se montrer ou varier ses manifestations à l'infini, suivant des aptitudes propres à l'individu chez lequel une lésion encéphalique a lieu.

» Dans un autre travail, je montrerai que les paralysies d'origine encéphalique proviennent d'une influence inhibitoire qui s'exerce à distance et même quelquefois très-loin du siége de la lésion.

» *Conclusion.* — Des faits que j'ai rapportés il résulte qu'il faut rejeter la supposition que les ordres de la volonté aux muscles se transmettent nécessairement en totalité ou en grande partie par des conducteurs s'entre-croisant, soit à la base de l'encéphale, soit ailleurs. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mécanisme et l'usage d'un compteur différentiel.* Mémoire de M. VALESSIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. l'amiral Pâris, Dupuy de Lôme, Yvon Villarceau, Mouchez.)

« Le compteur différentiel est un instrument qui fournit des indications précises pour régler la *vitesse moyenne* et les manœuvres d'une machine. Il est présentement installé à bord de tous les bâtiments de l'escadre d'évolution et de la division cuirassée de la Manche.

» Sa partie principale est une montre à secondes dont le boîtier tourne, sous l'action de la machine, dans le sens opposé à celui de l'aiguille. S'il y

a un rapport d'engrenage de $\frac{N}{1}$ entre la rotation de l'hélice et celle du boîtier, et si la machine fait N tours d'hélice à la minute, l'aiguille des secondes, que l'on appelle *différentielle*, paraît immobile et reste dirigée sur un repère fixe, que l'on peut marquer avec un index; mais elle avance vers la gauche du repère, dès que la vitesse de la machine est supérieure, et, dans le cas contraire, elle recule vers la droite. De là, pour le mécanicien, un moyen très-sensible de se maintenir à l'allure de N tours à la minute.

» Les indications de l'aiguille différentielle sont données sur un limbe qui est gradué comme un cadran de secondes. Si l'on veut, en escadre, obtenir que le navire s'éloigne ou se rapproche de celui qui le précède, on commande cette manœuvre en désignant le nombre de secondes à gagner ou à perdre pour que le bâtiment avance ou recule d'une quantité précise.

» Par exemple, le compteur étant réglé pour la vitesse de 30 tours d'hélice à la minute, cette vitesse est obtenue en moyenne toutes les fois que l'aiguille est sur le repère, préalablement fixée en regard de sa pointe. Dans ces conditions, le navire parcourt dans une heure un certain nombre de milles V, et, dans une seconde, $V \times \frac{1852^{m}}{3600}$, ou environ la moitié de V mètres; donc, si l'aiguille avance ou *recule* d'une seconde, le bâtiment parcourt $\frac{V}{2}$ mètres de plus ou de moins, *en moyenne*, et dans les circonstances de calme.

» Conséquemment, si l'officier de quart veut obtenir, dans ces circonstances, que le navire perde ou *gagne*, par exemple 60 mètres, à l'allure qui donne huit nœuds de vitesse en calme, c'est-à-dire environ quinze fois la moitié de 8 mètres, il n'a qu'à ordonner au mécanicien de perdre ou de *gagner* 15 secondes. Celui-ci effectue aisément toute la manœuvre avec une précision parfaite et reprend de lui-même l'allure normale au moment opportun. Pour cela, il déplace de 15 secondes, dans le sens du retard ou dans celui de l'avance, l'index sur lequel il maintenait l'aiguille, et il mène ensuite l'aiguille à cet index par le seul moyen du registre de vapeur. Ainsi un seul commandement détermine une manœuvre semblable, et l'on n'est pas arrêté dans son exécution si la vue est interceptée par la fumée ou par la brume, car la rapidité de la manœuvre n'a pas d'action sensible sur la distance gagnée ou perdue. Des expériences bien faites ne laissent aucun doute à cet égard.

» Toutes les fois que l'on veut régler la machine à une autre allure, il faut changer le rapport d'engrenage établi entre l'hélice et le boîtier de la montre. Pour cela, on se sert d'engrenages doubles disposés sur des arbres

parallèles. Ce mécanisme est enfermé dans une boîte de $0^m,40$ de longueur et de $0^m,20$ de largeur sur 6 centimètres de haut. On le manœuvre avec des touches. Toutes les fois qu'on lève ou qu'on baisse une touche, on change un des deux rapports d'engrenage établis entre deux arbres consécutifs. Avec neuf touches, on obtient cinq cent-douze combinaisons; la plus petite allure est celle de $10^t,935$ à la minute, et la plus grande est celle de $88^t,833$ à la minute. Lorsque les vitesses de la machine sont supérieures ou inférieures, on les modifie par le moyen d'un rapport d'engrenage. Par exemple, si l'on emploie une paire de roues de $\frac{2}{1}$, l'instrument pourra servir à régler toutes les allures comprises entre celles de $5^t,467$ et $44^t,416$ à la minute.

» Le compteur différentiel est une sorte de boussole, tandis qu'un *indicateur du nombre de tours par minute* a beaucoup d'analogie avec l'axiomètre, dont l'aiguille indique seulement l'angle de barre et non la route. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Analyse combinatoire des déterminants.* Mémoire de M. PICQUET, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bouquet.)

« Dans une précédente Note ([1]), nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques propriétés relatives à la théorie des déterminants; nous voulons aujourd'hui les compléter.

» Tout d'abord, nous devons déclarer que, depuis la publication de cette Note, nous avons rencontré le théorème IV dans le *Philosophical Magazine* (4e série, t. I, p. 304) : l'auteur en est M. Sylvester, qui l'a démontré par le secours de la notation ombrale. Nous avons doublement sujet de nous féliciter de cette découverte, d'abord parce qu'elle nous permet de restituer une priorité à laquelle nous n'avons pas droit, ensuite parce que l'éminent géomètre émet des doutes sur la possibilité de démontrer le théorème avec la notation ordinaire, laquelle est la seule qui nous ait servi.

» Voici d'ailleurs un théorème beaucoup plus général :

» THÉORÈME I. — *Étant donnés deux déterminants* A *et* B *à* n^2 *éléments, si*

([1]) Séance du 4 février 1878, p. 310.

dans l'un d'eux A *on substitue de toutes les façons possibles, à la place de q colonnes, q des colonnes de* B, *on obtient une série de déterminants à* n^2 *éléments en nombre égal à* $\left[\frac{n(n-1)-(n-q+1)}{1.2\ldots q}\right]^2 = C_{n,q}^2$, *que l'on peut considérer comme les éléments d'un nouveau déterminant* ∇ *qui est égal à* $A^{C_{n-1,q}} \times B^{C_{n-1,q-1}}$.

» Pour le démontrer, il n'est besoin d'aucune notation. Il suffit de développer par la pensée chacun des éléments de ∇ sous forme de somme de produits de mineurs complémentaires, d'après la règle de Laplace, et il apparaît alors immédiatement comme le produit, effectué suivant la règle, du déterminant aux mineurs d'ordre q[1] de A, lequel est égal à $A^{C_{n-1,q}}$, par le déterminant aux mineurs d'ordre $n-q$ de B, lequel est égal $B^{C_{n-1,q-1}}$.

» Les théorèmes suivants se déduisent sans peine du précédent et de ceux que nous avons déjà énoncés :

» THÉORÈME II. — *Si l'on forme le déterminant aux mineurs d'ordre k d'un déterminant* A *à* n^2 *éléments, et si l'on fait la même opération pour un déterminant* B *à* n^2 *éléments ; si l'on isole dans chacun d'eux les* $C_{n-h,k-h}$ *lignes dont les éléments proviennent de* $n-h$ *lignes fixes de* A *ou de* B$(q>h)$ *et si l'on porte celles du second à la place de celles du premier, on obtiendra un nouveau déterminant qui sera égal à* $D^{C_{n-h-1,k-h}} \times A^{C_{n-1,k}-C_{n-h-1,k-h}}$, *en appelant* D *le déterminant formé avec les* $n-h$ *lignes fixes de* B *et les h autres lignes de* A.

» THÉORÈME III. — *Si l'on forme un déterminant* ∇' *en permutant les déterminants* A *et* B, *de la même façon que ceux-ci ont servi à former le déterminant* ∇ (théorème I), *le rapport de deux mineurs complémentaires, l'un* μ *d'ordre h dans* ∇', *l'autre* M *d'ordre* $C_{n,q}-h$ *dans* ∇, *est donné par la relation*

$$\frac{\mu}{M} = A^{C_{n-1,q-1}-h} \times B^{C_{n-1,q}-h}.$$

» THÉORÈME IV. — *Le mineur* N *à* $C_{n-h,q-h}$ *lignes et colonnes de* ∇ *dont les éléments sont formés avec* $n-q$ *colonnes de* A *prises dans* $n-h$ *colonnes fixes de ce déterminant* $(q>h)$ *et avec les q colonnes correspondantes de* B, *lesquelles renferment conséquemment les h colonnes de* B *complémentaires des* $n-h$ *colonnes fixes de* A, *est égal à* $G^{C_{n-h-1,q-h}} \times B^{C_{n-h-1,q-h-1}}$, G *étant le déterminant provenant de la substitution des* $n-h$ *colonnes fixes de* A *à la place de leurs correspondantes dans* B. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension à la propagation de l'électricité des formules de Fourier relatives à la diffusion de la chaleur.* Note de **M. A. Cornu.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le mécanisme de la propagation de l'électricité est encore inconnu, et c'est le plus souvent par voie d'assimilation avec les lois de la diffusion de la chaleur qu'on a pu faire entrer dans le domaine du calcul les phénomènes divers que présente la circulation électrique dans les conducteurs. Jusqu'à quel point cette assimilation est-elle légitime, c'est-à-dire vérifiée par l'expérience? C'est ce que je me propose d'examiner brièvement.

» Dans le cas de régime permanent, les lois de la propagation de la chaleur et de l'électricité présentent l'accord le plus satisfaisant : les vérifications expérimentales ont été couronnées d'un succès si éclatant que, malgré la différence qui existe entre les manifestations de ces deux agents physiques, l'extension des lois de Fourier proposée par Ohm paraît un des points les mieux établis de la Philosophie naturelle.

» Le succès obtenu par l'assimilation des phénomènes en régime permanent a encouragé des esprits très-hardis et très-pénétrants à poursuivre cette assimilation jusque dans les phénomènes de l'*état variable*. Cette extension a été le point de départ de travaux considérables qui ont rendu à la science expérimentale, et en particulier à la théorie des transmissions télégraphiques, les services les plus signalés. Quant aux vérifications expérimentales destinées à légitimer cette extension, elles sont, il faut l'avouer, peu nombreuses et encore moins probantes. Ces vérifications peuvent se présenter sous deux formes ; voici la première :

» *Existe-t-il des ondes électriques assimilables, sous certaines conditions, aux ondes élastiques, et se propageant avec une vitesse constante?*

» Les ingénieurs électriciens, raisonnant d'après leur expérience quotidienne, admettent l'existence de véritables ondes électriques, mais ils n'ont presque aucune occasion d'en mesurer la vitesse. La loi déduite de l'équation de Fourier indique que le *sommet* de l'onde exige pour se transmettre un temps proportionnel au carré de la distance. Dans les cas peu nombreux où la mesure de la durée de la propagation a pu être effectuée, l'expérience a montré que cette durée variait moins vite que le carré de la distance, et dans certains cas (*Expériences de M. Hughes; Enquête du Board of Trade*, p. 325) la durée a été trouvée exactement proportionnelle à cette distance.

» On croit lever ce désaccord en remarquant que l'intégrale de l'équation de Fourier

$$\frac{dV}{dt} = m^2 \frac{d^2V}{dx^2}$$

(qui donne le potentiel V, à une distance x, à l'époque t) montre qu'il n'y a pas, à proprement parler, de vitesse de propagation, parce que toute variation de potentiel en un point du conducteur entraîne *au même instant* une variation correspondante en tous les autres points, quelle que soit leur distance : en conséquence, plus les appareils seront sensibles, plus la vitesse moyenne paraîtra grande ; la formule donne, en effet, une *vitesse infinie* pour la première manifestation du courant électrique.

» Ce résultat n'est pas un simple jeu de formules irréalisable par l'expérience : il est directement écrit dans les hypothèses fondamentales qu'on a, sans restriction, transportées de la chaleur à l'électricité.

» Fourier suppose, en effet, que la propagation de la chaleur est due au rayonnement particulaire proportionnel à la différence de température des couples de particules, sans tenir compte de la durée de ce rayonnement, négligeant ainsi le temps nécessaire à la transmission calorifique.

» Cette hypothèse, parfaitement justifiée pour la chaleur dont la durée de diffusion est considérable, n'est évidemment pas admissible pour l'électricité dans les cas où sa transmission est d'une rapidité comparable à celle de la lumière : dans le problème qui nous occupe, on voit que cette hypothèse fondamentale tranche *a priori* la question à résoudre et que, en admettant la transmission particulaire instantanée, on admet implicitement une vitesse infinie pour la propagation de l'électricité, ce qui est évidemment absurde.

» Mais, laissant de côté cette difficulté et beaucoup d'autres, admettons que les expériences pour la mesure de la vitesse de transmission des signaux soient insuffisantes à prouver un désaccord, on peut poursuivre la vérification de la formule sur un terrain où la pratique télégraphique peut répondre avec une netteté complète : je veux parler du phénomène que j'appellerai, pour abréger, la *diffusion des ondes électriques*. C'est la seconde manière d'envisager la question, qui se posera ainsi :

» *La diffusion des ondes électriques est-elle proportionnelle au carré des distances parcourues ou à la simple distance ?*

» La loi de Fourier donne le carré, ainsi que le montre le calcul suivant, inspiré par les études des ingénieurs électriciens sur les meilleures conditions de rendement des lignes télégraphiques.

» Imaginons qu'on émette une série de courants alternatifs rhythmés : on obtiendra pour l'état électrique de la ligne une sorte de régime oscillatoire permanent dont la période sera constante, mais dont l'amplitude ira en décroissant, non pas à cause du défaut d'isolement de la ligne, mais par suite de la *diffusion* des ondes électriques avec la distance. L'intégrale la plus simple qui représente le phénomène, avec des conditions initiales conformes à celles de la transmission télégraphique à grande distance, est

$$V = A e^{-\beta x} \sin 2\pi \left(\frac{t - t_0}{T} - \frac{x}{aT} \right),$$

les constantes β, T, a^2 étant liées à la constante m^2 par les relations

$$\beta = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{\pi}{T}}, \quad a = 2m \sqrt{\frac{\pi}{T}}.$$

» Ainsi, même avec l'hypothèse de Fourier, il peut exister une similitude d'allure complète entre la transmission de l'électricité et celle des ondes élastiques et l'expression *onde électrique* est, dans certaines conditions, parfaitement justifiée. La vitesse de propagation a est complétement définie ; seulement elle dépend de la période du rhythme, ce qui est en contradiction avec certaines expériences; mais ce n'est pas là que doit porter notre attention. L'exponentielle montre que l'amplitude des oscillations du potentiel ou de l'intensité du courant décroît avec la distance; il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, si l'on veut obtenir à deux distances données l et l' la même amplitude (par exemple celle qui caractérise la limite du fonctionnement des appareils télégraphiques), il faudra changer le rhythme des signaux suivant la loi

$$\frac{T'}{l'^2} = \frac{T}{l^2}.$$

» La période ou durée du signe élémentaire devrait donc varier comme le carré des distances. Or la pratique télégraphique tend de plus en plus à établir qu'avec les appareils fonctionnant dans les circonstances précitées, la durée de transmission des signaux est plus courte que ne l'indique cette loi et qu'elle varie comme la simple distance et non comme le carré. Je me bornerai à citer à ce sujet le résumé des expériences faites sur le câble de Dublin (Culley, *Handbook of practical telegraphy*, 5e édition, p. 327).

« Il fut ainsi reconnu que la *vitesse* variait sensiblement comme la longueur et non

comme le carré de la longueur du câble, en définissant la *vitesse* comme le nombre de signaux Morse parfaits qu'il était possible d'obtenir dans un temps donné. »

» Ce résultat pratique me paraît devoir être pris en très-sérieuse considération, à cause de l'atteinte grave qu'il porte aux lois de la propagation électrique déduites de la formule de Fourier. Du reste, une analyse élémentaire de la transmission électrique, analogue à celle de Fourier pour la chaleur, mais tenant compte des remarques précédentes, démontre la nécessité d'introduire dans l'équation différentielle d'autres dérivées du potentiel par rapport au temps, lesquelles changent complétement les propriétés de l'intégrale. C'est, du reste, à ces formes d'équations que sont arrivés, par des voies très-diverses, MM. Kirchhoff, Maxwell et Lorenz. »

M. A. **Tripier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Traitement des kystes de l'ovaire par établissement d'une fistule permanente, sans gastrotomie ».

(Commissaires : MM. Bouillaud, Gosselin.)

Un **Auteur**, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le Concours du prix Bordin, un Mémoire portant pour épigraphe : « Aimer et rechercher la vérité ».

(Renvoi à la Commission qui sera nommée pour le Concours du prix Bordin.)

M. **Bertin** adresse à l'Académie un Mémoire intitulé : « Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double à bord de divers bâtiments. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

MM. H. **Lusseau** et A. **Thuet** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Le Mémoire de M. **Popoff**, relatif à l'expression des conditions du mouvement des eaux dans les égouts, et soumis au jugement de feu M. *Belgrand*, est renvoyé à l'examen de M. de la Gournerie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. Leymerie, portant pour titre : « Mémoire sur le type garumnien » ;

2° Un ouvrage de M. *Marey*, intitulé : « La méthode graphique dans les sciences expérimentales, et particulièrement en Physiologie et en Médecine. »

MM. J. Stas et Éd. Van Beneden informent l'Académie qu'une fête s'organise en Belgique pour célébrer la quarantième année de professorat de *Schwann*.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète II,* 1873 (*Tempel*) *et éphéméride pour* 1878. Note de M. Schulhof, présentée par M. Yvon Villarceau.

Éléments osculateurs pour 1878, *août* 27,0, *temps moyen de Paris.*

$$\begin{aligned} M &= 358^\circ\,57'\,14'',2 \\ \pi &= 306\ \ 7\ \ 2,3 \\ \Omega &= 120\ \ 59\ \ 40,8 \\ i &= 12\ \ 45\ \ 34,3 \\ \varphi &= 33\ \ 33\ \ 57,0 \\ \mu &= 684'',3689 \\ \log a &= 0,476478 \end{aligned}$$

(π, ☊, i : éq. et écl. moyens de 1878,0.)

Éphéméride.

12^h temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log Δ.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
	h m s	° ′		
1878. Mai 6	16 7 36	+5 21	9,9378	0,403
8	6 6 28	+5 36		
10	16 5 13	+6 2	9,9213	0,447
12	16 3 52	+6 14		
14	16 2 26	+6 14	9,9058	0,494
16	16 0 53	+6 24		
18	15 59 16	+6 32	9,8913	0,543
20	15 57 34	+6 39		
22	15 55 49	+6 45	9,8779	0,594

12^h temps moyen de Paris.		Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log Δ.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
		h m s	° ′		
Mai.	24	15 54 0	+6 49		
	26	15 52 9	+6 50	9,8656	0,646
	28	15 50 16	+6 49		
	30	15 48 22	+6 47	9,8546	0,699
Juin.	1	15 46 29	+6 43		
	3	15 44 38	+6 36	9,8450	0,752
	5	15 42 49	+6 27		
	7	15 41 2	+6 15	9,8367	0,804
	9	15 39 19	+6 1		
	11	15 37 42	+5 45	9,8296	0,854
	13	15 36 10	+5 27		
	15	15 34 44	+5 6	9,8238	0,902
	17	15 33 25	+4 43		
	19	15 32 15	+4 17	9,8192	0,947
	21	15 31 13	+3 49		
	23	15 30 20	+3 20	9,8157	0,988
	25	15 29 38	+2 49		
	27	15 29 5	+2 15	9,8133	1,025
	29	15 28 42	+1 39		
Juillet.	1	15 28 31	+1 1	9,8119	1,058

» L'expression $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ avait pour valeur 0,385 à l'époque de la dernière observation de la comète, faite par MM. Hind et Plummer, le 20 octobre 1873. »

ASTRONOMIE. — *Taches du Soleil et magnétisme.* Note de M. **Broun.**

« Dans sa Communication sur les taches du Soleil et le magnétisme (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 912), M. Faye a traduit une partie d'un passage de mon Mémoire sur *The decennial period;* la dernière partie est nécessaire pour en comprendre l'objet et le sens. Voici la traduction, je souligne les mots omis :

« Malheureusement c'est juste à l'époque où nous avons le plus besoin de séries complètes d'observations de taches solaires qu'elles manquent le plus... Les nombres « relatifs » *pour* cette période (1790-1815) peuvent donc être considérés seulement comme des approximations peu exactes *dans certains cas*, et *peut-être* comme des conjectures, dont l'on peut douter, dans d'autres. *Ils ne peuvent cependant, je pense, être considérés sans*

aucune valeur à cause de ces défauts; ils contiennent toute l'information que nous possédons sur la fréquence des taches solaires pour ce temps-là. » [*The decennial period* (*Trans. Roy. Soc. Edinb.*, t. XXVII, p. 574, art. 24)].

» J'ai toujours accepté les nombres de M. Wolf comme les meilleurs qu'il pût déduire des observations qu'il a amassées avec tant de patience et de connaissance. »

PHYSIQUE. — *De l'impossibilité de la propagation d'ondes longitudinales persistantes dans l'éther libre ou engagé dans un corps transparent* (1). Note de M. **Pellat**, présentée par M. Jamin.

« I. La démonstration que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie repose :

» 1° Sur le fait expérimental que la réflexion à la surface d'un corps transparent isotrope, effectuée sous l'incidence brewstérienne, éteint presque complétement un rayon polarisé dans le plan perpendiculaire ;

» 2° Sur le principe de la conservation de l'énergie appliqué à la réflexion de la lumière à la surface des corps transparents isotropes, en admettant qu'elle s'effectue *selon les formules de Cauchy* (2).

» Or les raisonnements de Cauchy reposent sur les quatre hypothèses suivantes :

» 1° *Les amplitudes des vibrations des molécules d'éther sont très-petites par rapport à leurs distances.*

» Cette hypothèse se retrouve dans tous les travaux d'optique mathématique ; elle sera d'autant plus voisine de la réalité que l'intensité lumineuse sera plus faible.

» 2° *La force agissant entre deux molécules d'éther n'est sensible qu'à une distance très-petite par rapport à sa longueur d'onde.*

» S'il n'en n'était pas ainsi, il y aurait dispersion dans le vide (Ch. Briot, *Essai sur la théorie de la lumière*).

(1) Cette Note est un résumé très-succinct d'un travail que j'ai présenté comme thèse de doctorat. C'est à ce travail que le lecteur devra se reporter pour la démonstration de propositions nouvelles que je ne puis qu'énoncer ici.

(2) J'entends par *formules de Cauchy* les formules compliquées d'imaginaires que notre illustre géomètre a établies d'une façon si nette dans le t. X (1840) des *Comptes rendus* (p. 358), et non les formules en termes réels qu'il en a déduites en y introduisant des hypothèses nouvelles, qui peuvent ne pas être exactes.

» 3° *L'éther est uniformément distribué dans les corps transparents isotropes.*

» Il est bien évident que dans le vide l'éther a une distribution homogène; mais il ne peut en être ainsi à l'intérieur d'un corps pondérable, à cause de l'attraction que doivent exercer sur l'éther les molécules pondérables. Cauchy substitue au milieu transparent réel un milieu idéal dans lequel l'éther serait plus condensé que dans le vide, tout en conservant une distribution homogène. C'est au défaut d'homogénéité de l'éther que doit être vraisemblablement attribué le phénomène de la dispersion. En outre les molécules pondérables jouent un rôle dans l'absorption de la lumière. Les métaux sont évidemment les corps dont la constitution s'écarte le plus de celle du milieu idéal de Cauchy; ce sont ceux aussi pour lesquels un rayon polarisé n'est jamais éteint par la réflexion. Les corps transparents et surtout ceux dont le pouvoir dispersif est faible s'en rapprochent bien davantage; or ils éteignent presque complétement un rayon polarisé dans le plan perpendiculaire, sous l'incidence brewstérienne. On doit donc attribuer, *a fortiori*, cette dernière propriété au milieu idéal de Cauchy, milieu transparent par excellence et dans lequel la dispersion serait nulle; c'est sur ce milieu que nous raisonnerons pour pouvoir appliquer les formules de ce grand géomètre.

» 4° *L'épaisseur de la couche de transition entre deux milieux transparents est très-petite par rapport à la longueur d'onde.*

» Les propriétés de l'éther (densité, etc.) ne doivent pas varier brusquement d'un premier milieu à un second; il doit y avoir une couche de passage dans laquelle les propriétés du fluide sont intermédiaires entre celles qu'il possède à l'intérieur du premier et du second corps. J'ai pu montrer, par le calcul et l'expérience réunis, que cette couche doit avoir une épaisseur très-faible; ainsi, pour les deux milieux air et verre, elle ne saurait dépasser $\frac{1}{16}$ de longueur d'onde moyenne. J'ai fait voir, en outre, qu'une couche d'une épaisseur aussi faible ne pouvait modifier que d'une façon insensible les formules de la réflexion de la lumière.

» Ainsi se trouve justifié l'emploi de ces formules.

» II. Les formules de Cauchy sont les mêmes que celles de Fresnel, dans le cas où l'onde incidente a ses vibrations perpendiculaires au plan d'incidence; mais elles sont établies: 1° *sans faire d'hypothèse sur la densité ou l'élasticité de l'éther;* 2° *sans appliquer le principe de la conservation de l'énergie.*

» Il faut en conclure : 1° que *les vibrations d'un rayon polarisé sont perpendiculaires au plan de polarisation;* 2° en appliquant à ces formules le prin-

cipe de la conservation de l'énergie comme le faisait Fresnel, et en retournant la démonstration de ce physicien, que *les densités de l'éther dans les deux milieux varient comme les carrés de leur indice de réfraction.*

» Les formules qui donneraient les lois de la réflexion d'une onde longitudinale persistante, établies d'après la marche employée par Cauchy pour les transversales, se réduisent pour l'incidence normale aux formules d'Young. On en conclut, en appliquant à ces formules le principe de la conservation de l'énergie, que *l'indice de réfraction des ondes longitudinales serait toujours le même que celui des ondes transversales;* par conséquent il y aurait *un rapport constant, indépendant du milieu considéré, entre la vitesse de propagation des ondes longitudinales et transversales.* En outre, on peut démontrer, *sans introduire d'hypothèses nouvelles,* que ce rapport constant serait *nécessairement égal à* $\sqrt{\frac{4}{3}}$.

» Introduisons maintenant dans les formules fondamentales de Cauchy l'hypothèse de vibrations longitudinales pouvant se propager avec une vitesse dans le rapport $\sqrt{\frac{4}{3}}$ avec celle des transversales, nous allons les trouver en désaccord complet avec l'expérience (¹). Ainsi supposons que le second milieu ait un indice égal à 1,5 par rapport au premier (air et verre par exemple). Sous l'incidence brewstérienne, définie par la position à angle droit des rayons réfléchis et réfractés, égale ici à 56° 18′ 35″,8, l'intensité réfléchie, provenant d'un rayon polarisé dans le plan perpendiculaire, serait égale à la fraction 0,04832 3 de l'intensité incidente, c'est-à-dire serait plus grande que sous l'incidence normale, pour laquelle elle aurait la valeur 0,040. L'extinction du rayon réfléchi serait complète sous une incidence voisine de 43 degrés, c'est-à-dire à plus de 13 degrés de l'incidence brewstérienne. Enfin, si le rayon était polarisé dans un azimut oblique, la polarisation elliptique ne se manifesterait qu'entre 60 et 90 degrés.

» Ces résultats, auxquels on est forcément conduit en admettant la possibilité d'ondes longitudinales persistantes, sont en contradiction si complète avec l'expérience qu'il faut absolument rejeter cette hypothèse comme inadmissible. L'hypothèse inverse permet, au contraire, de faire concorder admirablement les formules de Cauchy avec le principe de la conservation de l'énergie et avec l'expérience. »

(¹) On ne pourrait faire accorder ces formules avec l'expérience qu'en supposant ce rapport très-petit, c'est-à-dire en attribuant une vitesse presque nulle aux ondes longitudinales.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi télégraphique du téléphone.* Note de M. **Gressier**, présentée par M. Faye.

« L'appareil dont j'ai fait usage sur la ligne de Pontivy à Loudéac (25 kilomètres) est de petit modèle et ne coûte que 13 francs. Le téléphone était relié dans chaque poste par deux fils, d'une part à la terre, de l'autre à une borne isolée que l'on mettait à volonté en communication avec le fil de ligne au moyen d'un commutateur. Le circuit formé par le fil de ligne et les fils du téléphone ne comprenait les bobines d'aucun électro-aimant et ne pouvait recevoir aucun courant, conditions qui me semblent indispensables.

» J'ai constaté, comme toutes les personnes qui se sont servies de fils télégraphiques pour réunir deux téléphones, un bruit de grésillement, dû à des courants induits dans le fil téléphonique par des influences extérieures. Mais ces influences me semblent être de deux natures bien distinctes. Un premier grésillement assez net est dû à l'induction des courants passant par les autres fils, alternativement fermés et rompus par un manipulateur quelconque. On distingue alors parfaitement les coups du manipulateur, et même de plusieurs manipulateurs, fonctionnant en même temps dans différents bureaux, pourvu que le fil téléphonique suive, sur un parcours même très-restreint, les fils de lignes de ces différents manipulateurs.

» J'ai fait, à l'occasion de cette espèce de grésillement, une observation qui m'a paru intéressante. Avec une seule pièce du téléphone, reliée, comme il a été dit plus haut, à un des fils de ligne inactif, des mots d'une dépêche, envoyée de Saint-Brieuc à un bureau voisin sur un fil qui côtoyait le nôtre sur une très-petite distance, ont été clairement saisis à Loudéac par le directeur du bureau télégraphique, habitué à lire une dépêche au son. Cette observation a été répétée à plusieurs reprises par le directeur du poste télégraphique de Pontivy, et il ne peut y avoir aucun doute à cet égard. Seulement la perception n'est pas facile pour tout le monde; et la multiplicité des appareils, qui fonctionnent presque toujours en même temps, produit un grésillement plus compliqué, où il est alors impossible de rien démêler.

» Indépendamment de ce grésillement, il se produit dans le téléphone un bruissement très-confus, un froissement assez intense parfois pour croire que la plaque vibrante va se déchirer. C'est plutôt le soir que dans le jour

qu'on entend ce bruissement, qui devient même insupportable et empêche de se comprendre au téléphone, alors qu'on n'est plus troublé par le travail des bureaux. On entend aussi ce bruit quand on fait usage d'une seule pièce du téléphone; et nous l'avons constaté, dans la nuit, au bureau télégraphique de Pontivy, sur les différentes lignes de Guémené, de Locminé, de Loudéac, de Lorient. Pour nous assurer que ce bruit était dû également à des courants d'induction, nous avons interposé dans le circuit du téléphone un bon galvanomètre, et nous avons constaté en même temps des déviations très-sensibles, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

» J'avais cru d'abord que ce bruissement confus était dû au vent ou à la pluie, et qu'il n'était qu'un écho des vibrations des fils télégraphiques, qu'on entend facilement près des poteaux. Mais les déviations simultanées du galvanomètre me portent à attribuer ce bruit à ce que notre fil est placé en différents endroits dans des couches d'air dont le potentiel subit des variations notables et rapides, d'où résulte la production de courants d'intensité et de directions variables, sensibles au galvanomètre et plus encore au téléphone. Les différents fils dont nous nous servions passent sur des points élevés, c'est-à-dire dans des couches d'air où le potentiel électrique est notablement plus fort qu'à la hauteur habituelle des fils télégraphiques. De plus, le soir, ces mêmes couches sont plus chargées d'électricité que dans la journée.

» Peut-être pourrait-on, à l'aide du téléphone, constater, suivre et étudier exactement les variations de l'électricité atmosphérique, en reliant à la terre, par l'intermédiaire d'un téléphone, soit un fil isolé placé à une grande hauteur, soit une pointe avec ou sans flamme. Et si, au moyen de la plaque vibrante et d'un style, on parvenait à inscrire les vibrations dues aux variations de l'électricité atmosphérique, on réaliserait peut-être aussi un moyen commode pour étudier ces variations.

» Je chercherai à déterminer avec plus de certitude encore la cause de la production de ce bruissement, en l'absence de toute transmission télégraphique par les fils voisins, et je serai heureux de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches. »

« M. Th. du Moncel fait remarquer à l'Académie, à propos de cette Communication, que les courants signalés par M. Gressier ont été étudiés depuis longtemps avec de simples galvanomètres, et qu'ils ont été

l'objet de quatre Mémoires présentés par lui, en 1872, à l'Académie des Sciences (¹).

» Ces courants, improprement appelés *courants telluriques,* et dont l'origine est complexe, n'ont généralement pas de rapport avec l'électricité atmosphérique et proviennent, soit d'actions thermo-électriques, soit d'actions hydro-électriques. Ils se manifestent toujours et en tous temps sur les lignes télégraphiques, qu'elles soient isolées à l'une de leurs extrémités ou en contact avec la terre par les deux bouts. Dans le premier cas, les électrodes polaires du couple sont constituées par le fil télégraphique et la plaque de terre, ordinairement de la même nature, et le milieu conducteur intermédiaire est représenté par les poteaux souteneurs du fil et le sol qui complètent le circuit. Dans le second cas, le couple est constitué à peu près de la même manière, mais la différence de composition chimique des terrains aux deux points où les plaques de terre sont enterrées, et souvent leur différence de température, exercent un effet prédominant. Si l'on ne considère que le premier cas, il arrive le plus souvent, par les beaux jours de l'été, que *les courants produits pendant la journée sont inverses de ceux qui sont produits pendant la nuit,* et varient avec la température ambiante dans l'un ou l'autre sens. La présence ou l'absence du Soleil entraîne même des variations très-caractérisées, que l'on peut suivre facilement sur le galvanomètre.

» Pendant le jour, ces courants sont dirigés de la ligne télégraphique à la plaque de terre, parce que le fil est plus échauffé que la plaque, *et ces courants sont alors thermo-électriques.* Pendant la nuit, le contraire a lieu, parce que le serein, en tombant, provoque sur le fil un refroidissement et y détermine une oxydation plus grande que celle qui est effectuée sur la plaque de terre; *les courants sont alors hydro-électriques.* Pour qu'on puisse se faire une idée de l'énergie de ces actions, il suffira de rapporter quelques-uns des résultats que M. du Moncel a obtenus avec son galvanomètre de 36 000 tours de spires, en l'intercalant sur un fil réunissant une plaque de zinc enterrée à une certaine profondeur au-dessous du sol à un épi de même métal terminant le toit d'une tour. Dans ces conditions, les deux électrodes polaires étaient constituées par la plaque de terre et l'épi, et le milieu humide du couple était représenté par la terre, la maçonnerie de la tour et son toit. Or voici les résultats obtenus par différents temps et différentes températures :

(¹) Voir les *Comptes rendus,* t. LXXV, p. 956, 1098, 1504 et 1622.

	9 h. matin.	Midi.	3 h. soir.	6 h. soir.	9 h. soir.
			Le 29 mars 1873.		
Temps............	brouillard.	serein.	nuageux.	nuageux.	clair.
Courant tellurique..	— 30°	+ 73°	+ 78°	+ 55°	+ 33°
Température.......	+ 9°,8	+ 13°,5	+ 15°	+ 13°	+ 12°,8
			Le 30 mars.		
Temps............	clair.	serein.	couvert.	couvert.	pluvieux.
Courant tellurique..	+ 70°	+ 80°	+ 73°	+ 73°	— 78°
Température.......	+ 13°,3	+ 17°,6	+ 17°,2	+ 15°,8	+ 11°,6
			Le 31 mars.		
Temps............	pluvieux.	pluvieux.	pluvieux.	nuageux.	humide.
Courant tellurique..	— 74°	— 75°	— 74°	— 73°	— 74°
Température.......	+ 11°	+ 11°	+ 12°	+ 11°,8	+ 10°,3
....	....	....	....	....	....
			Le 25 mars 1873.		
Temps............	clair.	serein.	serein.	serein.	serein.
Courant tellurique..	+ 20°	+ 36°	+ 71°	— 56°	— 72°
Température.......	+ 12°	+ 13°,2	+ 15°	+ 13°	+ 10°,5
			Le 26 mars.		
Temps............	serein.	serein.	serein.	serein.	serein.
Courant tellurique..	+ 30°	+ 71°	+ 75°	+ 35°	— 70°
Température.......	+ 12°,2	+ 14°,8	+ 15°,5	+ 14°	+ 11°,8
			Le 27 mars.		
Temps............	serein.	serein.	serein.	serein.	serein.
Courant tellurique..	+ 64°	+ 71°,8	+ 76°	+ 22°	— 68°
Température.......	+ 13°	+ 15°	+ 14°,2	+ 11°,4	+ 8°,8

» Les signes + et — qui accompagnent ce tableau indiquent le sens du courant tellurique ; le signe + montre que l'épi constitue un pôle positif et le signe — que ce même épi représente un pôle négatif.

» Les expériences des 25, 26 et 27 mars 1873 montrent l'action de la chaleur et du soleil dans ces sortes de courants, celles des 29, 30, 31 mars montrent l'action de l'humidité.

» Pour s'assurer si l'électricité atmosphérique était en jeu dans ces sortes de courants, M. du Moncel, au lieu d'employer un fil et une pointe mal isolés, a pris un fil recouvert de caoutchouc et admirablement isolé d'après

le procédé de Hooper; puis il l'a fait aboutir à une pointe fixée sur un isolateur en porcelaine à double cloche, du même modèle que ceux employés pour les supports des lignes télégraphiques, et disposé de manière à laisser passer à travers la cloche le fil isolé. Avec cette disposition, aucun intermédiaire humide ne pouvait exister entre la pointe et la plaque de terre, et *le galvanomètre n'a jamais fourni de déviation qu'à l'approche d'un orage ou par les temps de grêle.* Pour reconnaître les variations de l'électricité atmosphérique d'une manière facile, il faut employer des électromètres et faire varier le potentiel, soit par un écoulement d'eau, soit par un courant d'air chaud, et encore faut-il prendre les précautions d'isolation convenables.

» Si l'on cherche à obtenir des courants d'électricité atmosphérique sans prendre ces précautions et en employant des téléphones ou des galvanomètres, on observe, il est vrai, des courants, mais ces courants sont tout autre chose que des décharges d'électricité atmosphérique. Beaucoup de savants se sont mépris sur ces sortes de courants, et il a paru nécessaire à M. du Moncel de rappeler de nouveau ses expériences pour prémunir contre une interprétation inexacte ceux qui seraient tentés de recommencer ces sortes de recherches. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur la cristallisation de la silice par la voie sèche.* Note de M. **P. Hautefeuille**, présentée par M. Daubrée.

« M. de Rath a signalé en 1868, dans un trachyte, de petits cristaux lamelliformes dont il a fait une espèce nouvelle, la tridymite. Les observations de ce savant minéralogiste établissent que la tridymite est de la silice cristallisée sous une forme différente de celle du quartz et possédant une densité inférieure à celle de cette espèce. Comme le soufre, l'acide arsénieux, les fleurs d'antimoine, etc., la silice cristallise sous deux formes incompatibles. On peut, ainsi que je vais l'établir, préparer par la voie sèche la silice sous ces deux formes.

» Le seul procédé connu pour faire cristalliser la silice par la voie sèche est dû à M. G. Rose; il est basé sur l'emploi du sel de phosphore et ne permet de préparer que la tridymite. Les tungstates alcalins peuvent remplacer avec avantage les phosphates; car ils permettent d'obtenir à volonté la silice cristallisée, soit sous la forme de la tridymite, soit sous celle du quartz.

» *Reproduction de la tridymite.* — La silice amorphe, maintenue à la température de la fusion de l'argent dans du tungstate de soude, cristallise en quelques heures. Après le refroidissement, un traitement par l'eau dissout le tungstate alcalin et met à nu un sable cristallin dont le poids est à quelques millièmes près celui de la silice employée.

» Les principaux caractères cristallographiques et optiques de la tridymite se constatent aisément sur les cristaux que l'on obtient par ce procédé.

» Ce sont des lames minces hexagonales ([1]), le plus souvent empilées les unes sur les autres au nombre de trois ou de quatre. Sur les lames les plus régulières sont implantées fréquemment une ou deux demi-lamelles.

» L'action longtemps continuée du tungstate de soude, à une température à peu près constante de 1000 degrés, permet d'obtenir de la tridymite en lames épaisses. Ces cristaux, mélangés avec de grandes lamelles groupées suivant l'une des deux lois rappelées ci-dessus, sont des tables hexagonales à pans exempts de stries ([2]).

» Un faisceau de lumière polarisée parallèle n'est pas dépolarisé lorsqu'il traverse bien normalement ces lames hexagonales, quelle que soit leur épaisseur.

» La densité des cristaux préparés dans des vases de platine avec un tungstate de soude pur et de la silice, ne contenant ni alumine, ni oxyde de fer, ni magnésie, est de 2,30 à 16 degrés. M. de Rath, en opérant sur des cristaux contenant 2 pour 100 d'oxydes environ, a trouvé 2,326, 2,312, 2,296 pour la densité à 16 degrés. La détermination faite sur un produit absolument pur établit que la silice sous la forme de la tridymite possède bien une densité intermédiaire entre celle du quartz 2,65 et celle de la silice fondue 2,20.

» La tridymite est plus facilement attaquée que le quartz par les réactifs de la voie humide et de la voie sèche. Le tungstate de soude même peut détruire la tridymite. Ainsi, à une température notablement supérieure à 1000 degrés, il se forme aux dépens des cristaux lamelliformes un silicate disséminé en gouttelettes dans le sel fondu. Cette destruction de la tridymite n'est que temporaire si l'on maintient ce silicate dans le bain liquide

---

([1]) Ces lames sont souvent rongées en partie, comme celles qu'on rencontre dans les trachytes du mont Dore.

([2]) Le rapport $\frac{h}{b}$ paraît constant et égal à $\frac{1}{2}$.

formé par le tungstate acide, à une température comprise entre 900 et 1000 degrés; car ce silicate subit alors une décomposition qui régénère la tridymite. Cette espèce de précipitation par la voie sèche exige beaucoup plus de temps que la cristallisation de la silice employée à l'état amorphe. C'est pour cela qu'il est plus avantageux de chauffer de la silice avec du tungstate de soude que de décomposer un silicate alcalin par l'acide tungstique.

» La destruction de la tridymite et la précipitation subséquente de la silice sous la forme de lamelles permettent d'analyser le rôle du tungstate de soude dans l'acte de la cristallisation. L'alcali du tungstate attaque la silice en produisant un silicate alcalin, et l'acide tungstique reprend à une température inférieure l'alcali que la silice lui avait enlevé. Ces deux actions inverses se produisent successivement lorsque la température oscille entre certaines limites. Elles suffisent pour expliquer la cristallisation, sans qu'il soit besoin d'invoquer la solubilité de la silice dans le sel fondu; car ce sont là des réactions entièrement comparables à celles qui déterminent la cristallisation du sesquioxyde de fer chauffé dans l'acide chlorhydrique gazeux.

» Quoique je ne puisse comparer, dès aujourd'hui, les résultats fournis par la méthode que je viens de faire connaître avec ceux qu'on peut obtenir par une application rationnelle de celle de M. G. Rose, je signalerai ce fait que la préparation de la tridymite par le tungstate de soude n'exige pas une température aussi élevée que celle par le phosphate acide de soude. Le sel de phosphore et le tungstate de soude sont l'un et l'autre des agents minéralisateurs de la silice; mais ce dernier sel exerce une action plus énergique que le premier, même à une température moins élevée, ce qui permet de l'employer pour reproduire les nombreux silicates plus ou moins fusibles associés à la silice dans les roches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther isobutylacétylacétique.* Note de M. Eug. Demarçay, présentée par M. Cahours.

« J'ai décrit dans une précédente Note les différentes réactions que subit l'éther isobutylacétylacétique monobromé sous l'influence de la potasse alcoolique; je me propose, dans la présente Note, de faire connaître les procédés à l'aide desquels on parvient à préparer ces divers produits et à en opérer la séparation.

» L'éther isobutylacétylacétique, mêlé à son poids de glace et refroidi à $-20°$, est traité par de petites portions de brome, en ayant soin que la température ne s'élève jamais au-dessus de $-5°$. Quand tout le brome a été ajouté, le liquide est abandonné au réchauffement et se décolore bientôt. Dans le cas où l'on n'aurait pas eu le soin de refroidir suffisamment la liqueur, on n'obtiendrait presque pas d'acide heptique, mais beaucoup d'acide caproïque et des sirops bruns qui contiennent de l'acide glycolique. L'éther monobromé est alors versé peu à peu dans de la potasse alcoolique concentrée et en excès. La réaction terminée, on distille l'alcool dans un courant de vapeur d'eau. L'acétone $C^7H^{14}O$, qui passe avec l'alcool, peut en être séparée facilement par distillation fractionnée.

» Le liquide, débarrassé de l'alcool, est traité par un léger excès d'acide chlorhydrique qui détermine la séparation d'une huile; on étend d'eau et l'on distille le tout jusqu'à ce qu'il ne passe presque plus que de l'eau. Le liquide distillé, neutralisé par la soude, ramené à un petit volume par l'évaporation et traité par l'acide sulfurique étendu, fournit une huile plus légère que l'eau, composée d'acides caproïque et méthylisobutylglycérique, tandis que de l'acide acétique reste dans la couche aqueuse avec un peu des deux précédents. On peut séparer partiellement ces acides par distillation fractionnée. L'acide isobutylméthylglycérique, quoique entraîné en notables proportions par l'acide caproïque, reste en majeure partie dans le vase distillatoire, à l'état d'une masse épaisse, brune, devenant dure par le refroidissement et qui constitue sans doute quelque anhydride. On peut enfin, pour terminer la séparation, éthérifier le mélange par l'acide sulfurique et l'alcool, et fractionner les éthers par distillation.

» L'acide caproïque ainsi obtenu présente les propriétés signalées par M. Kohn (*Annales de Liebig*, t. CXC, p. 390) pour l'acide tiré de l'éther isobutylacétylacétique. Cependant j'ai obtenu un sel de chaux renfermant $3H^2O$, qui cristallise dans l'alcool en belles aiguilles, et un sel de baryte renfermant $2H^2O$, tandis que ce savant a obtenu ces corps à l'état anhydre, ce qui tient sans doute à quelque différence dans les circonstances de la cristallisation.

» La proportion d'acide caproïque varie considérablement, suivant que la réaction est bien ou mal conduite. Elle peut devenir très-faible.

» L'acide isobutylméthylglycérique, mis en liberté d'un de ses sels, constitue un liquide assez mobile. Soumis à l'action de la chaleur, il fournit des anhydrides gommeux, pendant qu'une partie de l'acide se volatilise avec la vapeur d'eau. Il est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud; plusieurs sels le séparent de cette solution.

» Son sel de baryte est anhydre et cristallise en petites aiguilles. Le sel de chaux cristallisé dans l'alcool est également anhydre et se présente aussi sous la forme d'aiguilles, qui peuvent toutefois devenir assez longues. Il est moins soluble dans l'eau à chaud qu'à froid, en sorte que sa solution saturée à 10 degrés se prend à chaud en une gelée formée d'aiguilles microscopiques réunies en sphères. Cette propriété permet de l'obtenir pur avec la plus grande facilité.

» Les acides heptique, oxyheptique, glycolique, mêlés de corps bruns résineux, restent dans l'eau d'où l'ébullition a chassé les acides précédents. On les extrait par l'éther, qui les laisse déposer par évaporation. Pour séparer l'acide heptique, on extrait la masse cristalline par l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne se dépose plus de cristaux par refroidissement. L'acide heptique qui s'est déposé est mêlé d'acide oxyheptique et d'un corps huileux qui n'est autre qu'un peu d'acide isobutylméthylglycérique. On l'en sépare par filtration à la trompe. L'acide oxyheptique est séparé par le chloroforme, qui ne dissout que l'acide heptique, dont on termine enfin la purification par des cristallisations répétées dans l'eau bouillante. Le rendement en acide heptique est d'environ $\frac{1}{4}$ du rendement théorique.

» Il se présente à l'état d'aiguilles aplaties, longues de plusieurs centimètres, d'un éclat satiné, fusibles à 151 degrés en un liquide incolore qui, chauffé davantage, brunit et finit par bouillir en se décomposant. Il est peu soluble dans l'eau froide. Sa composition répond à la formule

$$3C^7H^{10}O^2 + H^2O.$$

» Il colore le perchlorure de fer en brun pâle. C'est un acide très-faible, qui ne décompose les carbonates qu'à chaud. Son sel de baryte, très-soluble dans l'eau et l'alcool, se sépare de ses solutions concentrées en petites aiguilles ressemblant à l'asbeste, qui répondent à la formule

$$C^{21}H^{30}BaO^7.$$

» Cette formule tendrait à faire supposer que l'acide heptique doit être représenté par la formule

$$C^{21}H^{32}O^7$$

et non $3C^7H^{10}O^2 + H^2O$, comme je l'ai admis. Mais une étude plus attentive montre que ce groupement forme un tout qui, dans quelques réactions peu énergiques, reste stable, tandis que le brome, le perchlorure de

phosphore, etc., détruisent ce groupement et mettent à nu la molécule fondamentale $C^7H^{10}O^2$.

» L'étude de l'acide oxyheptique confirme entièrement ces vues. Ce produit se prépare facilement et en abondance par la décomposition de l'éther isobutylméthylglycérique bibromé sous l'influence de la potasse alcoolique. Obtenu à l'état de pureté par cristallisations répétées dans l'eau bouillante, il forme des écailles nacrées, possédant l'éclat de l'argent et fondant à 185 degrés. Sa composition répond à la formule

$$3C^7H^{10}O^3 + H^2O.$$

» Le perchlorure de phosphore le transforme en une huile insoluble dans l'eau et inattaquable par ce liquide, ce qui permet de la séparer aisément de l'oxychlorure de phosphore qui se forme en même temps; cette huile bout à 21 degrés, en se décomposant, et paraît répondre à la formule $C^7H^8OCl^2$. L'ammoniaque le transforme en l'amide correspondante, fusible à 251 degrés en se décomposant. L'alcool absolu dissout ce chlorure en l'altérant. Cette réaction est suivie immédiatement d'une seconde, si l'on permet à la liqueur de s'échauffer. L'eau en sépare alors l'éther

$$C^7H^9O^2OC^2H^5,$$

bouillant à 129-130 degrés sous une pression de 10 centimètres environ, et à 230-240 degrés en s'altérant à la pression ordinaire. Si à la solution de ce chlorure dans beaucoup d'alcool, pour empêcher la seconde réaction, on ajoute de l'ammoniaque, on obtient par évaporation une seconde amide en aiguilles fines, longues de plusieurs centimètres, fusible à 87 degrés, dont la composition s'exprime par la formule

$$C^7H^9O^2AzH^2.$$

» L'alcool semble donc fournir d'abord le chlorure $C^7H^9O^2Cl$, qui réagit ensuite soit sur l'alcool, soit sur l'ammoniaque.

» On voit sortir de ces réactions les dérivés du groupe $C^7H^{10}O^3$, quoiqu'il n'ait point été possible de l'isoler de son hydrate [1]. »

---

[1] Ce travail, ainsi que le précédent, a été exécuté dans le laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation du propylglycol.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« L'étude des composés glycériques m'a conduit à trouver pour le propylglycol un procédé de préparation qui donne des rendements très-avantageux. Les composés chlorés se réduisent très-difficilement, la majeure partie du produit étant composée, ainsi que je l'ai montré précédemment, de composés polyglycériques. J'ai songé à employer l'acétobromhydrine. Ce corps s'obtient très-facilement par l'action du bromure d'acétyle sur la glycérine. Le produit de la réaction est distillé dans le vide et passe presque en entier vers 175 degrés sous une pression de 10 centimètres de mercure. Cette distillation est indispensable, car le produit brut renferme une petite quantité de produits supérieurs dont il est presque impossible de débarrasser ensuite le popylglycol. L'hydrogénation se fait en liqueur neutre au moyen du zinc cuivré de M. Glastone. Elle est entièrement terminée au bout de vingt-quatre heures. La principale difficulté consistait à retirer l'acétate de propylglycol de sa solution aqueuse, ce corps distillant avec l'eau et n'étant pas enlevé par l'éther. Le produit de l'hydrogénation a été additionné à chaud de carbonate de potasse en excès, pour précipiter le zinc à l'état de carbonate, et le magma a été épuisé par l'alcool. L'acétate de propylglycol, saponifié par la potasse en solution alcoolique, fournit un produit passant à 188 degrés, et présentant toutes les propriétés du propylglycol décrit par M. Wurtz. Ce corps est donc l'isopropylglycol

$$CH^2OH\text{-}CHOH\text{-}CH^3. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de la monochlorhydrine de la glycérine.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Würtz.

« La théorie prévoit deux isomères possibles pour le premier éther chlorhydrique de la glycérine, qui représenteraient, l'un le propylglycol chloré, l'autre l'isopropylglycol chloré

$$CH^2OH, CHCl\text{-}CH^2OH, \quad CH^2OH\text{-}CH, OH\text{-}CH^2, Cl.$$

» M. Berthelot a obtenu le second de ces éthers par l'action de l'acide

chlorhydrique sur la glycérine. C'est, en effet, ce corps qui forme la majeure partie du produit; mais on y rencontre aussi en petite quantité le premier isomère. Les produits supérieurs, qui passent à la distillation dans le vide, entre 145 et 160 degrés, sont soumis à la rectification. Un robinet à trois voies, adapté au récipient, permet d'en changer, sans être forcé de l'interrompre, la distillation. Au moyen de cet artifice, la rectification peut être conduite aussi aisément dans le vide que dans l'air, en employant les appareils à reflux.

» J'ai pu isoler ainsi environ 160 grammes d'un liquide incolore, passant à 146 degrés sous une pression de 1 centimètre de mercure, tandis que la monochlorhydrine ordinaire passe à 139 degrés dans les mêmes conditions. Ce corps présente exactement la composition de la monochlorhydrine.

» Ce corps doit être identique avec celui que Henry a obtenu par l'action de l'acide hypochloreux sur l'alcool allylique. Je me propose, du reste, de vérifier cette identité; il est, en effet, difficile d'établir la constitution de ce produit par une réaction, la monochlorhydrine donnant, dans toutes les transformations qu'on lui fait subir, une grande quantité de composés polyglycériques (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition de l'alcool éthylique par le chlorure de zinc à de hautes températures.* Note de M. **W.-H. Greene**, présentée par M. Würtz.

« Quand on fait tomber de l'alcool isobutylique sur du chlorure de zinc fortement chauffé dans une bouteille à mercure, il se forme, indépendamment de l'isobutylène et du diméthyléthylène à chaîne normale (2), une grande quantité de carbures supérieurs liquides. Il m'a semblé intéressant de rechercher si une semblable réaction s'accomplirait avec l'alcool ordinaire, en ce qui concerne la polymérisation. L'alcool tombait goutte à goutte sur du chlorure de zinc contenu dans une bouteille à mercure chauffé autant que possible sur un fort fourneau à gaz. Les gaz dégagés passaient à travers un réfrigérant destiné à condenser les produits liquides, et ensuite dans un flacon laveur contenant du pétrole, afin d'absorber le butylène qui aurait pu se former, et enfin dans du brome.

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Würtz.

(2) Lebel et Greene, *Bulletin de la Société chimique*, 1878, t. I, p. 306.

» Le bromure obtenu était composé uniquement de bromure d'éthylène, et le pétrole n'avait presque pas absorbé de gaz.

» On a constaté un dégagement assez abondant d'hydrogène et d'un peu d'acide chlorhydrique; celui-ci était absorbé dans une petite boule contenant de l'eau, à travers laquelle les gaz passaient avant d'entrer dans le réfrigérant. Il se dégage aussi de l'hydrure d'éthyle, mais en quantité peu considérable.

» L'étude des liquides condensés par le réfrigérant m'a donné des résultats plus intéressants. Ils renferment, indépendamment d'alcool non décomposé, une petite quantité d'éther et de produit huileux qui sont probablement des polymères d'éthylène, de l'eau et de l'aldéhyde.

» L'aldéhyde étant formée en quantité considérable, correspondant à peu près à l'éthylène dégagé, l'équation suivante exprime très-probablement la réaction principale qui a lieu :

$$2C^2H^6O = C^2H^4O + C^2H^4 + H^2O + H^2,$$

et l'on peut se rendre compte de la décomposition par le schéma suivant :

$$\begin{array}{r|l} & CH^3 \\ H^2 & COH \\ \hline OH & CH^2 \\ H & CH^2 \end{array}$$

» L'acide chlorhydrique qui se dégage polymérise une partie de l'aldéhyde; il doit son origine à la décomposition d'une petite quantité du chlorure de zinc par l'eau, avec formation d'oxychlorure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de formation de l'oxyde d'éthyle.* Note de M. **W.-H. Greene**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré que l'oxyde de sodium, Na^2O, en réagissant sur le bromure d'éthylène, fournit de l'oxyde d'éthylène. De même, en chauffant à 180 degrés l'oxyde sodique avec l'iodure d'éthyle, j'ai constaté la formation d'une proportion notable d'oxyde

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 624.

d'éthyle, qui a été caractérisé par ses propriétés et par sa transformation en iodure d'éthyle sous l'influence de l'acide iodhydrique à 100 degrés.

» J'ai tenté une réaction semblable avec le chlorure et le bromure de phényle, mais sans résultats jusqu'ici (¹). »

ANATOMIE. — *De la méthode de l'or et de la terminaison des nerfs dans le muscle lisse.* Note de M. L. RANVIER.

« Parmi les méthodes employées en histologie pour étudier les dernières ramifications des nerfs, la méthode de l'or est la meilleure ; cependant elle ne donne pas des résultats constants. Les procédés anciens, ceux de Cohnheim, de Gerlach et d'Hénocque, fournissent seulement par hasard des préparations claires et démonstratives. La modification introduite récemment par Löwit constitue un véritable progrès; car, en suivant le procédé de cet histologiste, on arrive bien plus souvent que par le passé à colorer les fibrilles nerveuses, tandis que les éléments qui les entourent restent incolores ou sont à peine colorés. Il y a pourtant une objection grave à faire à ce dernier procédé ; la solution d'acide formique dans laquelle on place le fragment de tissu avant de le soumettre à l'action du chlorure d'or en modifie les parties délicates, qui se trouvent ainsi notablement altérées déjà lorsque, sous l'influence du sel d'or, elles sont fixées d'abord et ensuite colorées.

» J'ai dû chercher d'autres procédés, et, après bien des essais infructueux, j'ai trouvé le suivant qui, du moins pour quelques organes, réussit presque toujours :

» Une cornée (je parle d'abord de cet organe qui constitue, pour la méthode de l'or, un excellent objet d'essai) est enlevée à un animal (Mammifère, Batracien, Oiseau) que l'on vient de sacrifier; elle est plongée pendant cinq minutes dans du jus de citron fraîchement extrait et filtré; ensuite elle est mise pendant quinze à vingt minutes dans 3 centimètres cubes d'une solution de chlorure d'or à 1 pour 100, puis, dans 25 à 30 grammes d'eau distillée auxquels on ajoute une à deux gouttes d'acide acétique ordinaire. Deux ou trois jours après, lorsque, sous l'influence de la lumière solaire et du milieu légèrement acide, la réduction de l'or s'est opérée dans la cornée, on en obtient facilement des préparations

(¹) Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Würtz.

où les fibrilles nerveuses de sa couche connective et de son épithélium antérieur sont parfaitement dessinées.

» Des fragments de muscles striés ont été traités de la même façon, ou bien, après avoir subi l'action de l'or, ils ont été placés pendant douze heures à l'abri de la lumière dans une solution d'acide formique à 20 pour 100 et ensuite préparés par dissociation. Les muscles des Lézards (*L. viridis* et *L. muralis*) m'ont donné des arborisations nerveuses terminales comme je n'en avais jamais obtenu par le procédé de Löwit; ces arborisations, colorées en violet foncé, sont admirablement nettes et se montrent sous des formes absolument comparables à celles que m'avait fournies l'alcool au tiers [1].

» J'arrive maintenant à la partie importante de cette Communication, celle qui est relative à la terminaison des nerfs dans les muscles lisses. Les histologistes ne sont pas d'accord sur la manière dont se terminent les nerfs dans les muscles de cette espèce. Les uns, Trinchese, Frankenhauser, Krause, Hénocque, tout en différant sur des points de détails, soutiennent que les fibres nerveuses se terminent sur ou dans les éléments musculaires par des extrémités libres; les autres, Klebs, J. Arnold, Löwit, Gscheidlen, admettent que les dernières fibrilles résultant de la division du nerf moteur constituent un réseau, mais ils ne s'entendent pas sur la forme, le siége et l'étendue de ce réseau.

» Au moyen du procédé que j'ai indiqué, je crois avoir réussi à déterminer le mode suivant lequel se fait la terminaison des nerfs dans les muscles lisses. Dans les muscles lisses volontaires des Mollusques gastéropodes (*Helix pomatia*), les nerfs moteurs se divisent et se subdivisent jusqu'à donner des fibrilles qui vont se perdre à la surface des cellules musculaires en s'épanouissant et formant une arborisation terminale minuscule et mal dessinée, à laquelle on pourrait donner le nom de *tache motrice*. Il n'y a pas, dans les muscles lisses et volontaires des Gastéropodes, d'anastomoses entre les fibrilles nerveuses motrices, et dès lors on ne saurait y admettre un réseau nerveux terminal. Au contraire, chez les Mammifères, les Batraciens, les Reptiles et les Annélides, on a observé dans les muscles lisses organiques un réseau nerveux très-complexe, mais des branches de ce réseau se dégagent des fibrilles le plus souvent très-courtes, qui vont se perdre à la surface des cellules musculaires en s'y épanouissant et y formant une arborisation plus mal dessinée et plus petite encore que dans les muscles des Gastéropodes.

(1) *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, t. II, p. 319.

» De cet exposé un peu sommaire, mais cependant suffisant pour la thèse que je veux présenter aujourd'hui, il résulte : 1° que, dans les muscles lisses, les nerfs se terminent, comme dans les nerfs striés, à la surface des éléments musculaires par un épanouissement plus ou moins arborisé du cylindre-axe ; 2° que le réseau nerveux des muscles lisses à contraction involontaire (muscles lisses organiques) est en rapport, non pas avec l'acte nerveux élémentaire qui met le muscle en activité, mais bien avec un acte plus complexe duquel dépend la synergie fonctionnelle d'un organe dont l'activité est soustraite à l'action directe des centres nerveux. A l'appui de cette thèse, je rappellerai que la tunique musculaire de l'œsophage des Mammifères, qui est formée en majeure partie de faisceaux striés, mais qui ne se contracte pas sous l'influence directe de la volonté de l'animal, possède un appareil nerveux plexiforme, et qu'un appareil du même genre se montre sur la musculature striée du tube digestif des Arthropodes.

» Il est à peine besoin maintenant de faire ressortir pourquoi les différents auteurs qui se sont occupés de la terminaison des nerfs dans les muscles lisses, dans différents organes et dans différents animaux, ont discuté pour savoir si elle se fait par des extrémités libres ou des réseaux. Ces réseaux existent, mais en réalité ils constituent de simples plexus, desquels se dégagent des fibrilles terminales. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'action de la morphine chez les chiens.* Note de M. P. Picard, présentée par M. Milne-Edwards.

« La morphine ou ses sels déterminent chez le chien des phénomènes bien connus et d'autres encore qui ont passé à peu près inaperçus.

» C'est sur ces derniers que je veux appeler l'attention, comme aussi chercher une interprétation possible de tout l'ensemble symptomatique.

» Le premier fait que je signale est la dilatation vasculaire qui suit les injections de chlorhydrate de morphine, faites à la dose de $0^{gr},05$, $0^{gr},06$, $0^{gr},07$, etc., soit dans le tissu cellulaire, soit dans les veines. Ces deux modes d'introduction de la substance dans le milieu intérieur donnent lieu à des effets identiques, vu la lenteur de son élimination.

» Cette dilatation vasculaire se constate facilement par l'examen direct des organes, qui sont très-congestionnés pendant l'empoisonnement : elle s'observe plus sûrement encore chez la grenouille en observant avec un

oculaire micrométrique une même artériole, avant, puis pendant le sommeil narcotique.

» On peut encore la voir chez le chien par des moyens indirects : si l'on observe la veine jugulaire d'un chien vigoureux, on y pourra observer après l'injection des battements isochrones aux systoles cardiaques. Si l'on a mis les deux extrémités d'un manomètre différentiel de Claude Bernard en rapport avec les deux bouts de la carotide par exemple, on voit la différence entre les deux pressions diminuer notablement pendant le sommeil morphinique. Dans un manomètre simple en rapport avec le bout périphérique de la même artère, on voit dans le même état de l'animal les systoles du cœur se marquer très-nettement.

» Tous ces faits ont évidemment la même signification : ils expriment la dilatation des vaisseaux et la diminution des résistances au cours du sang qui en est la conséquence.

» Le second fait dont je veux m'occuper est la contraction de la pupille, qui est constante après les injections des sels de morphine chez le chien. Ce phénomène est connu depuis longtemps, et cependant on n'a pas cherché à l'expliquer. Il m'a semblé qu'il pouvait être lié à la même cause immédiate qui détermine la dilatation vasculaire plus haut indiquée, et j'ai institué des expériences pour arriver à la connaissance de cette cause.

» La constriction de la pupille dans le cas étudié peut être produite de plusieurs façons : ou elle résulte d'une paralysie sympathique, ou d'une excitation du nerf antagoniste (moteur oculaire commun?). Elle pourrait encore être déterminée par une excitation portée sur le nerf optique et produisant l'effet par voie réflexe.

» Pour trancher laquelle de ces hypothèses exprime la réalité, j'ai d'abord institué l'expérience suivante :

» Chez un chien préalablement empoisonné par la morphine, on enlève la voûte crânienne, on soulève le cerveau et on coupe le nerf optique. Cette opération ne modifie pas l'état de l'œil : la pupille reste contractée. On écarte ainsi définitivement la dernière hypothèse et l'on reste uniquement en présence des deux autres : une paralysie sympathique ou une excitation du nerf antagoniste. Pour déterminer laquelle est la vraie, on poursuit l'expérience de la façon suivante.

» On coupe l'hémisphère cérébral de proche en proche par tranches verticales minces et d'avant en arrière; on peut enlever ainsi la presque totalité de l'hémisphère sans modifier l'état apparent des yeux. C'est seulement quand on vient à porter l'instrument tranchant vers la partie anté-

rieure du pédoncule cérébral, près de la ligne médiane, que l'on voit les choses changer brusquement.

» La pupille se dilate alors, et l'on voit par là que le sympathique n'était pas mort, puisqu'il a manifesté son action dès qu'on a détruit le centre qui commande le mouvement de contraction de la pupille. Cette expérience pourrait encore conduire à penser que cet état de la pupille dans le narcotisme résulte d'une excitation de ce centre; mais elle ne le démontre pas et les phénomènes observés s'expliqueraient également dans le cas où le système nerveux de contraction de la pupille serait intact et le sympathique simplement affaibli et exerçant une trop faible action.

» Or cet affaiblissement du système sympathique ne paraît pas douteux quand on considère les nerfs vasculaires, et nous pouvons démontrer que la dilatation des vaisseaux reconnaît bien réellement pour cause une diminution de l'activité des nerfs vaso-constricteurs.

» Sur un chien en bonne santé, on met à nu la glande sous-maxillaire et l'on ouvre la veinule, puis on observe l'écoulement du sang; on injecte alors dans les veines de l'animal $0^{gr},06$ à $0^{gr},08$ de chlorhydrate de morphine en solution. Après quelques minutes, on examine de nouveau l'écoulement du sang par la veine et on le trouve augmenté. On pratique alors la section de la corde du tympan. Cette opération ne modifie plus la quantité du sang qui sort par la veine, et il faut conclure que l'augmentation qui s'était produite sous l'influence de la morphine résultait d'un état demi-paralytique du sympathique de cet organe.

» L'excitation de la corde et du sympathique détermine les effets ordinaires à l'intensité près.

» On doit conclure de là que la dilatation vasculaire et la contraction de la pupille dans l'empoisonnement morphinique résultent d'une parésie du nerf sympathique, car nous ne pouvons distinguer les filets de ce nerf qui se rendent à la glande de ceux qui se rendent à la pupille.

» A la suite de ces premières observations, je dois encore signaler une expérience que j'ai faite et publiée avec M. Rebotel : elle a pour but de chercher la raison d'être du ralentissement des battements du cœur, coïncidant avec l'abaissement considérable de la pression moyenne chez les chiens morphinés. Si l'abaissement de la pression (signalé depuis longtemps par les Allemands) existait seul, l'action sur la circulation périphérique suffirait à l'expliquer; mais la diminution du nombre des systoles ne peut se comprendre par ce seul effet et prouve qu'il y a encore autre chose. Cette diminution, dans ces conditions, ne peut en effet se comprendre que

par une action directe sur le système nerveux du cœur (je laisse de côté, comme inadmissible, l'action sur la fibre cardiaque). Elle résulte ou d'une excitation du nerf d'arrêt, ou d'une parésie du système nerveux moteur.

» Où est la vérité entre ces deux causes possibles? Si l'on sectionne les deux pneumogastriques chez un chien et qu'on fasse ensuite l'injection de la solution de morphine, on peut constater que les deux phénomènes continuent à se montrer simultanément et l'on se trouve ainsi amené à refuser toute part aux nerfs d'arrêt dans leur production.

» Il faut donc admettre que la morphine a paralysé partiellement le système nerveux d'excitation du cœur en même temps qu'elle mettait dans un état identique le sympathique des vaisseaux et celui qui commande la dilatation de la pupille.

» Dans une prochaine Communication, je ferai savoir comment, avec ces préliminaires, on peut expliquer les phénomènes morbides connus de tous comme suivant l'empoisonnement par les sels de morphine. »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Wartelia, *genre nouveau d'Annélides considérés à tort comme des embryons de Térébelles.* Note de M. **Alf. Giard.**

« En 1845, dans son beau Mémoire *Sur le développement des Annélides*, après avoir décrit et figuré les transformations de la *Terebella nebulosa* de Montagu, M. H. Milne-Edwards ajoutait : « Je suis porté à croire que, » faute d'avoir connu ces métamorphoses, on a pu prendre des larves de » Térébelles pour des types particuliers et qu'on a de la sorte multiplié » inutilement les genres. » Depuis lors, on a beaucoup étudié les larves des Annélides, et l'on est tombé plutôt dans une erreur opposée. Cela tient à ce que, au lieu de suivre pas à pas les embryons d'une espèce déterminée, dans l'œuf, puis au sortir de la ponte placée isolément comme l'avait fait M. Milne-Edwards, certains naturalistes ont employé de préférence pour leurs études des larves pêchées au filet fin, méthode qui exige la plus grande prudence dans son application à l'embryogénie. C'est ainsi que Claparède [1], dans ses *Observations sur l'Anatomie et le développement des Invertébrés* (p. 63-69; *Pl. VIII, fig.* 12 et 13, et *Pl. IX*) décrit et figure, comme stades divers de l'évolution de *Terebella conchilega*, de jeunes Annélides

(1) *Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt.* Leipzig, Engelman, 1863.

qui n'ont en réalité aucun lien génétique avec ce type, si commun sur les côtes de la Manche et de la mer du Nord.

» Les observations de Claparède ont été faites à Saint-Vaast-la-Hougue; j'ai rencontré récemment à Wimereux la même espèce d'Annélide, qui vit à l'état adulte dans des conditions très-particulières : c'est en réalité une forme des plus intéressantes pour la classification généalogique des Chétopodes. Si l'on examine avec attention un cormus de *Laomedea gelatinosa*, on trouve fréquemment sur les branches de cet hydraire de petits tubes transparents, dressés, qui peuvent facilement passer inaperçus, tant ils imitent exactement les gonothèques des Campanulaires. Chacun de ces tubes est habité par un joli Annélide transparent, qui ne diffère du prétendu embryon de *Terebella conchilega* (*Pl. IX, fig.* 6, de Claparède) qu'en ce que les sept tentacules sont sensiblement égaux entre eux; du moins le médian dépasse beaucoup moins en longueur les six latéraux. La présence des produits génitaux dans bon nombre d'individus nous assure que ces Annélides sont adultes. L'existence d'otocystes volumineuses tout à fait semblables à celles des Mollusques, la forme particulière et la disposition des *Tori uncinigeri* à l'extrémité des cirrhes ventraux de la partie postérieure du corps nous permettent de ranger cette Annélide dans un genre nouveau beaucoup plus éloigné des Térébelles qu'on ne l'a supposé jusqu'à présent et présentant des affinités avec plusieurs familles de Polychètes. Je dédie ce genre à mon élève Adolphe Wartel, qui a rencontré le premier l'Annélide qui nous occupe, en étudiant les Hydraires de Wimereux; je nomme l'espèce *Wartelia gonotheca* pour rappeler le fait curieux de mimétisme que j'ai signalé ci-dessus. La disposition du tube des *Wartelia* leur donne aussi une certaine ressemblance avec les Rotifères tubicoles.

» D'après ce qui précède, on voit qu'il ne peut plus être question pour les Térébelles d'une métamorphose régressive et de transformation aussi complète que l'avait pensé Claparède. L'embryogénie de *Terebella conchilega* doit être entièrement reprise et les observations les plus complètes que nous possédions aujourd'hui sur le développement des Annélides du genre Térébelle sont celles de M. Milne-Edwards relatives à la *Terebella nebulosa*, Montagu.

» Il faudra probablement rapprocher des *Wartelia* une Annélide tubicole de la Méditerranée, décrite par Wilhelm Busch ([1]), ainsi que le genre *Lumara*

([1]) *Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere* von D[r] W. Busch. Berlin, 1851. S. 71, *Taf. XI, fig.* 7.

de Stimpson ([1]). Peut-être même la larve figurée par A. Agassiz ([2]) comme embryon de *Terebella fulgida*, Agass., n'est-elle aussi qu'un embryon d'une forme voisine des *Wartelia*; c'est ce que permet de supposer l'aspect général de l'animal et la présence de capsules auditives très-développées. On sait en effet que cet appareil auditif n'existe que chez un très-petit nombre d'Annélides, d'ailleurs fort éloignés de ceux qui font l'objet de cette Note. »

MALACOLOGIE. — *Recherches sur la faune malacologique de la Nouvelle-Guinée*. Note de M. C. TAPPARONE-CANEFRI, présentée par M. de Quatrefages.

« M'étant rendu à Paris dans le but d'achever l'étude de nombreux matériaux malacologiques recueillis à la Nouvelle-Guinée, pour faire connaître la faune de cette région éloignée et peu explorée, j'ai eu l'occasion d'observer une belle collection de trois cents espèces de coquilles recueillies à Port-Dorey par M. Raffray, laquelle se trouve déposée au Muséum d'Histoire naturelle, et dont, en vue de mes travaux précédents sur cette faune, M. le professeur Perrier a bien voulu me permettre l'étude.

» Les espèces de coquilles rapportées par M. Raffray sont au nombre de trois cent-vingt, dont presque les $\frac{5}{6}$ appartiennent à des gastéropodes marins; une petite série de pulmonés terrestres, quelques mollusques fluviatiles et dix-huit conchifères complètent la collection. C'est parmi les mollusques terrestres que se trouvent les espèces les plus intéressantes.

» Parmi les coquilles marines, presque tous les grands genres lamarckiens se trouvent représentés. Les genres *Conus, Mitra, Turbinella, Strombus* sont les plus riches; mais aussi les genres *Cerithium, Purpura, Ricinula, Nassa, Columbella, Triton, Ranella, Murex, Ovula, Cypræa, Trochus, Turbo* offrent bon nombre d'espèces. Dans leur ensemble, ces mollusques donnent clairement à voir que la faune malacologique marine de la Papouasie se rattache tout à fait à la grande faune de la région indo-pacifique, et plus particulièrement à celle des Moluques.

([1]) STIMPSON (W.), *Marine Invertebrates of Grand Manan*; 1853, p. 30. Je n'ai pu me procurer cet Ouvrage, que je cite d'après un extrait de A. Agassiz.

([2]) *On the young stages of a few Annelids* (*Annals Lyceum Nat. Hist. of New-York*, vol. VIII, june 1866), p. 320-321, *Pl. VII, fig.* 19 et 19 *a*.

» La faune malacologique terrestre de la Nouvelle-Guinée a un caractère plus original, et paraît avoir beaucoup de rapport avec la faune des îles de l'Océanie, des îles Salomon et de l'Amirauté. La forme et les types sont les mêmes, quoique les espèces soient différentes. Le petit nombre de coquilles terrestres de la collection Raffray vient aussi confirmer cette opinion. Les *Helix* doivent presque toutes se ranger dans les groupes des *Papuina*, *Geotrochus*, *Cloritis* et *Albersia*, et parmi les operculés prédomine le *Leptopoma*. Dans cette collection, deux formes intéressantes se font remarquer, que je crois entièrement nouvelles. Une d'elles doit même former le type d'un genre nouveau, ne pouvant se ranger dans aucun des genres connus. Pour ce genre je propose le nom de *Perieria*, et en voici la diagnose :

GENUS PERIERIA.

Testa sinistrorsa, fusiformis, multispira, apice truncata : apertura elliptica ; peristoma continuum, expansum : axis sinuosus, basi contortus et columellam truncatam atque subdentatam simulans.

» Ce genre se rapproche du G. *Clausilia*, mais le manque de plis à la columelle, la fausse dent à la base de celle-ci, et enfin la troncature de la spire l'en séparent nettement.

PERIERIA CLAUSILIÆFORMIS, Tapparone Canefri.

P. testa anguste fusiformi, crassiuscula, satis nitida, fusco-cornea, dorso (an fortuite ?) albescente, peristomate pallidiore. Spira turrita, supra medium attenuata, apice decollata. Anfractus 7 $\frac{1}{2}$, regulariter crescentes, convexo-planulati, oblique et confertim per longitudinem inciso-striati, sutura impressa, subcrenulata sejuncti ; ultimus major, basi subovatus. Apertura pyriformis, superne angustata, peristomate incrassato, continuo.

Alt. $0^{m},065$; lat. $0^{m},012$.

» Cette magnifique coquille, au premier abord, a tout à fait l'aspect d'une gigantesque *Clausilia*, avec le bout de la spire cassé.

HELIX RAFFRAYI, Tapparone Canefri.

H. testa latissime et profunde umbilicata, orbiculato-pyramidata, acute carinata, sub lente crebre per longitudinem striata, diaphana, corneo-cinerea, carina fulvescente, apice obtusiusculo. Anfractus 10 $\frac{1}{2}$ exsertiusculi, plani, sutura impressa, marginata divisi ; ultimus valde convexus, ad umbilicum subangulatus, ad aperturam deflexus, disjunctus et subconstrictus ; umbilicus maximus, conicus, apertus, anfractus omnes ostendens. Apertura rotundo-lunata, peristomate continuo, incrassatulo, undique expanso.

Alt. $0^{m},005\frac{1}{2}$; lat. $0^{m},010$.

» La forme de la bouche de cette espèce rappelle certaines *Helix* de l'Amérique du Nord. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La soude dans les végétaux*. Note de M. **Ch. Contejean**, présentée par M. P. Duchartre.

« Assisté dans presque toutes mes expériences par M. A. Guitteau, préparateur à la Faculté des Sciences et professeur à l'École de Médecine de Poitiers, j'ai soumis à l'action du chalumeau à gaz, dans le but de rechercher la soude, un nombre très-considérable d'échantillons de plantes sèches ou de plantes vivantes se rapportant à près de six cents espèces. Nous avons pris les plus grandes précautions pour ne tenir compte que de la soude renfermée dans le végétal, et non de celle que les poussières de l'air auraient pu déposer à sa surface. Voici nos principaux résultats :

» 1° Plus des trois quarts des plantes terrestres proprement dites (non maritimes), provenant de milieux non salés en apparence, renferment de la soude, et quelquefois en proportion assez notable.

» La soude, absorbée par les racines, est entraînée par la circulation vasculaire qui la transporte jusque dans les nervures des feuilles (plusieurs Chênes, plusieurs Fougères), mais qui ne peut constamment l'introduire dans le parenchyme.

» 3° Presque toujours cette base reste accumulée dans la partie souterraine du végétal, et diminue d'abondance au fur et à mesure qu'on s'élève dans la partie aérienne, de façon que la fleur, et même les bractées, es rameaux et le haut de la tige n'en donnent aucun indice, tandis qu'on en trouve dans le bas de la tige et les feuilles inférieures, et plus encore dans la racine. Les Halophytes elles-mêmes n'échappent point à cette loi, et plusieurs ne renferment pas de soude dans la fleur.

» 4° Les plantes aquatiques, à quelque famille qu'elles appartiennent, font exception. Elles accusent beaucoup de soude dans tous leurs organes submergés et chacun en contient une proportion à peu près égale; mais les parties qui s'élèvent hors de l'eau en renferment beaucoup moins et souvent n'en renferment pas du tout. Les plantes des lieux humides et marécageux sont également plus riches en soude que celles des lieux secs, surtout dans leur partie souterraine.

» 5° L'aptitude pour la soude varie suivant les familles, les genres, les espèces, je dirai presque les individus. En général, ce sont les plantes des lieux *azotés* (*Lycium, Solanum, Chenopodium, Polygonum, Urtica, Parietaria, Panicum*, etc.) qui en renferment le moins. On dirait une véritable antipathie entre la soude et l'azote, ou tout au moins entre la soude et les

composés nitreux ou ammoniacaux. Les Crucifères, les Géraniacées, les Crassulacées, les Saxifragées, les Ombellifères, les Rubiacées, les Borraginées, les Rhinanthacées, les Labiées, les Primulacées, les Chénopodées (sauf les maritimes et le genre *Atriplex*), les Polygonées (sauf les aquatiques), les Euphorbiacées, les Urticées, les Conifères, les Asparaginées, les Iridées, les Liliacées, sont également très-pauvres en soude.

» 6° Les terrains non salés qui ne renferment pas de chaux (granite, schiste, argile, sable siliceux, etc.), semblent plus favorables aux plantes sodées que les terrains calcaires. La différence est de près de moitié. Mais il reste à déterminer si le milieu agit par lui-même, en tant que le sol est calcaire ou granitique, ou si plutôt les plantes amies de la soude ne recherchent pas l'argile et le granite, parce que, étant imperméables de leur nature, ces terrains entretiennent les eaux stagnantes et les marécages. J'avoue que j'inclinerais à adopter cette dernière version. D'ailleurs, aucun de ces milieux n'est salé d'une manière apparente et l'étude au spectroscope d'échantillons de terre provenant de diverses parties de la France nous a toujours donné des résultats négatifs.

» 7° Tous les faits ci-dessus justifient l'opinion des auteurs qui pensent que la soude est nuisible, sinon inutile, à la plupart des végétaux; que les racines absorbent sans discernement et par diffusion tous les principes solubles qu'elles rencontrent, et que plus tard il s'opère une sorte de triage empêchant les substances délétères de pénétrer dans les organes où leur présence pourrait devenir funeste.

» 8° Dans les plantes aquatiques, l'introduction de la soude a lieu, en outre, par tous les organes immergés dont le tissu à grandes cellules et l'épiderme rudimentaire favorisent singulièrement l'absorption mécanique par imbibition et endosmose. Cette soude provient du chlorure de sodium, dont la Chimie a reconnu des traces dans presque toutes les eaux douces. Comme la richesse en soude est à peu près constante pour tous les végétaux immergés, quelle qu'en soit la famille, et que, dans les genres les plus rebelles à la soude, les espèces aquatiques obéissent à la loi commune, il semble évident que la nature spéciale du tissu en contact avec l'eau est la cause principale de l'égalité et de la constance de l'imbibition sodée pour tous les organes, quels qu'ils soient, et l'on est obligé d'admettre que l'aptitude de ces espèces pour la soude tient uniquement à la nature de leurs tissus.

» 9° Cette conclusion doit s'étendre aux végétaux aquatiques non flottants, et même aux végétaux des lieux secs. Il est clair, en effet, que la nature spéciale du tissu plongé dans le sol doit influer sur la teneur en soude

des plantes terrestres, qui trouvent plutôt cet alcali dans les eaux et dans les terrains imbibés que dans les lieux secs, où les principes solubles n'ont pu être aussi complétement saisis par les liquides du sol.

» 10° Le végétal est donc une sorte de machine vivante, mais inconsciente, dont la capacité d'absorption et de sélection dépend, en réalité, de la structure fortuite de ses organes et de la nature du milieu dans lequel ils sont plongés.

» 11° Il semble que beaucoup de plantes maritimes admettent la soude par tolérance plutôt que par nécessité, et qu'elles n'occupent les lieux salés que parce que la végétation continentale leur laisse le champ libre. Ce qui peut justifier cette manière de voir, c'est que la soude refuse de monter dans les organes supérieurs de plusieurs de ces plantes, dont la fleur ne renferme que de la potasse ; d'où il semble résulter que la soude ne peut remplir les fonctions de la potasse, non plus que la remplacer dans l'organisme, chez quelques-unes, sinon chez des Halophytes. »

MM. G. Noel et G. Le Bon adressent une Note « Sur la transformation en force continue des variations diurnes de la température et de la pression de l'atmosphère. » (Extrait.)

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* contient, sans aucune description, le titre d'un travail ainsi conçu : *Note relative à divers appareils fondés sur les variations de volume des liquides sous l'action des variations de la température de l'atmosphère.* Nous avons l'honneur d'informer l'Académie que nous avons envoyé le 10 mars 1878, à M. le Directeur des Lettres et des Sciences au Ministère de l'Instruction publique, pour le Catalogue de l'Exposition, la description d'une horloge se remontant d'elle-même par les simples variations diurnes de la température. C'est un appareil entièrement terminé depuis longtemps, que nous avons montré depuis près de six mois à un certain nombre d'ingénieurs, de constructeurs et de savants, et qui doit figurer à l'Exposition, aussitôt que la vitrine destinée à le recevoir sera terminée. »

M. J.-G. Hofmann adresse une Note contenant la description et le dessin de deux dispositifs de chambres claires.

M. Leurnoc adresse une Note contenant la description d'un projet de moteur électrique.

M. A. Netter adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Bouillaud, un Mémoire sur le traitement de la coqueluche par l'oxymel scillitique.

M. Colin adresse, à l'occasion d'une Communication récente, une réclamation de priorité sur un ensemble de faits relatifs à l'évolution du charbon dans les ganglions lymphatiques.

M. L. Hugo adresse une Note portant pour titre : « Sur l'emploi des figures géométriques dites *cristalloïdes* dans les pavillons de l'Exposition universelle. »

M. Labiche adresse une Note relative à la coloration des spermatozoïdes par le carmin ammoniacal.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mai 1878.

Annales de la Société d'agriculture, industrie, sciences, arts et belles-lettres du département de la Loire; t. XXI, année 1877. Saint-Étienne, imp. Théolier, 1877; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, nos 109 à 122, du 19 avril au 2 mai 1878; 12 nos in-4° autographié.

La méthode graphique dans les Sciences expérimentales et particulièrement en Physiologie et en Médecine; par E.-J. Marey. Paris, G. Masson, sans date; in-8°.

Du vrai Dieu et de l'essence de sa divine nature. La pensée est le fardeau de la divinité. Paris, imp. Collombon et Brulé, 1877; in-8°.

Protection des trains en marche. Appareil automatique destiné à prévenir les rencontres de trains; par J. Sauvajon. Tournon, imp. J. Parnin, 1878; in-8°.

Muséum d'Histoire naturelle de Lyon. Rapport à M. le Préfet sur les travaux exécutés pendant l'année 1877; *par* M. le Dr LORTET. Lyon, H. Georg, 1878; br. in-8°.

Rapport sur l'École pratique des Hautes Études, 1876-1877. Paris, imp. Delalain, 1878; in-8°.

De la rotation diurne de la Terre. Paris, E. Lacroix, 1868; in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei près Changhaï (Chine), n° 40, décembre 1877. Zi-Ka-Wei, typog. de la Mission catholique, 1877; in-4°.

Memoria della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; t. XVII. Modena, 1877; in-4°.

Die Theorie der Bewegung des Wassers in Flussen und Kanalen mit vergleichender Anwendung; von P.-E. HARDER. Hamburg, Otto Meissner, 1878; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 avril 1878.)

Page 1069, lignes 6 et 7 en remontant, *au lieu de* $\sum_{n=1}^{n=\infty}$, *lisez* $\sum_{n=0}^{n=\infty}$ dans les trois formules.

Page 1070, ligne 16 en remontant, *au lieu de* représente l'accélération, *lisez* représente la composante de l'accélération.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 Mai 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 18.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 19 (13 Mai 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes · ndus*, qu'autant qu'une rédaction écrite ·ar leur a· ·eur a été remise, séance tenante, aux · ·étaires

L· ·apports ·dinaires sont soumis à la même limite que les M· noires; mais ils ne sont pas compris · ns les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut do ·ner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la Lune, faites aux instruments méridiens de l'Observatoire de Paris, pendant l'année* 1876; présentées par M. YVON VILLARCEAU.

Dates. 1876.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Janvier..	5	6 45 16,4	1 45 11,87	−0,33	76 41 37,3	+ 3,6
	5*	6 45 16,3	1 45 11,68	−0,52	76 41 36,5	+ 2,8
	6	7 37 7,3	2 41 10,73	−0,26	70 49 53,6	+ 2,2
	6*	7 37 7,0	2 41 10,42	−0,55	70 49 55,4	+ 4,0
	7	8 34 35,6	3 42 48,29	−0,55	65 58 19,7	+ 0,9
	10	11 52 25,7	7 13 3,36	−0,71	62 42 9,7	− 0,6
	10*	11 53 32	»	»	62 42 13,1	− 2,9
	31	3 56 16,4	0 38 11,41	−0,15	84 50 8,3	+ 2,7
Février.	1	4 41 54,0	1 27 54,76	−0,22	78 28 11,1	+ 2,1
	4	7 23 8,7	4 21 33,74	−0,42	63 37 38,3	−11,0
	4*	7 36 8,8	4 21 33,84	−0,33	63 37 51,0	+ 1,7
	7	10 36 14,1	7 47 1,01	−0,73	64 2 48,6	− 3,9

Dates. 1876.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Février..	7*	10 36 14,2	7 47 1,15	−0,59	64 2 51,5	− 1,0
	9	12 34 8,3	9 50 46,84	−0,62	73 46 50,7	− 5,5
	10*	13 24 29,8	10 45 15,66	−0,57	80 7 55,2	− 2,9
	11*	14 11 13,3	11 36 5,16	−0,65	86 48 14,1	− 1,4
Mars....	7	10 19 42,3	9 24 41,59	−0,58	71 6 31,9	− 2,8
	7*	10 19 42,2	9 24 41,55	−0,62	71 6 29,5	− 5,2
Avril...	1	6 17 41,3	7 0 39,65	−0,43	62 8 44,2	+ 0,4
	1*	6 17 41,0	7 0 39,34	−0,72	62 8 43,3	− 0,5
	3	8 13 50,6	9 4 56,38	−0,54	69 18 24,7	− 2,0
	3*	8 13 50,4	9 4 56,23	−0,68	69 18 24,4	− 2,3
	4	9 5 15,8	10 0 24,01	−0,46	74 48 18,5	− 3,6
	4*	9 5 15,7	10 0 23,93	−0,54	74 48 17,7	− 4,3
	5*	9 52 56,1	10 52 6,71	−0,34	81 0 26,5	− 1,7
	6	10 38 1,5	11 41 14,84	−0,32	87 32 6,2	− 4,0
	7	11 21 47,5	12 29 4,10	−0,38	94 3 35,7	− 6,0
	7*	11 21 47,5	12 29 4,10	−0,38	94 3 36,5	− 5,2
	8	12 7 33,5	13 16 49,67	−0,45	100 18 6,9	− 5,4
	8*	12 5 24,9	13 16 45,50	−0,46	100 17 34,6	− 6,5
	8*	12 7 33,5	13 16 49,64	−0,48	»	»
	11	14 26 32,4	15 47 57,65	−0,65	114 41 48,6	− 3,3
Mai....	2	7 51 1,4	10 36 19,26	−0,41	79 8 15,6	− 4,1
	2*	7 51 1,3	10 36 19,23	−0,43	79 8 15,1	− 4,6
	3*	8 36 6,7	11 25 27,00	−0,44	85 29 25,1	− 5,9
	4	9 19 25,2	12 12 48,42	−0,37	91 55 10,7	− 4,2
	4*	9 19 25,4	12 12 48,54	−0,25	91 55 10,1	− 4,9
	5	10 2 14,8	12 59 41,59	−0,35	98 9 27,1	− 3,4
	5*	10 2 14,8	12 59 41,63	−0,31	98 9 23,2	− 7,3
	6	10 45 43,9	13 47 15,13	−0,33	103 57 29,6	− 4,1
	6*	10 45 43,6	13 47 14,79	−0,66	103 57 30,2	− 3,4
	7	11 30 47,1	14 36 23,45	−0,56	109 4 57,2	− 4,8
	8	12 20 13,7	15 27 45,83	−0,56	113 18 3,9	− 1,6
	8*	12 20 13,7	15 27 45,87	−0,52	113 18 4,0	− 1,5
	10	14 0 52,0	17 16 31,73	−0,53	118 8 39,7	+ 6,3
	18	20 16 8,9	0 4 27,08	−0,90	»	»
	29	5 48 25,4	10 19 51,38	−0,49	77 23 32,0	− 6,7
	30	6 34 55,4	11 10 23,50	−0,54	83 43 20,9	− 3,8
	30*	6 34 55,3	11 10 23,41	−0,63	»	»
Juin....	2*	8 44 23,0	13 32 0,88	−0,47	102 18 52,4	− 3,4
	3*	9 28 27,7	14 20 10,39	−0,35	107 35 30,5	− 2,4
	27	5 15 52,1	11 41 30,67	−0,44	88 10 4,3	− 7,2
	28	5 59 44,9	12 29 26,41	−0,35	94 38 18,7	− 4,4

Dates. 1876.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juin.......	28*	5 59 44,6	12 29 26,16	—0,60	94 38 15,7	— 7,4
	30	7 26 52,9	14 4 42,60	—0,44	106 12 49,5	— 3,3
	30*	7 26 53,1	14 4 42,76	—0,29	106 12 48,4	— 4,4
Juillet......	1	8 12 18,9	14 54 13,75	—0,47	110 54 49,5	— 1,2
	1*	8 12 19,0	14 54 13,80	—0,42	110 54 46,3	— 4,4
	5	11 32 24,5	18 30 41,10	—0,30	118 8 40,8	+ 0,1
	5*	11 32 24,4	18 30 41,02	—0,37	118 8 42,8	+ 2,1
	6	12 25 21,6	19 25 30,77	—0,70	116 32 24,7	+ 4,3
	6*	12 25 21,7	19 25 30,87	—0,62	»	»
	16	20 8 28,9	3 49 13,54	—0,71	»	»
	26	4 38 28,5	12 58 21,03	—0,57	98 40 19,1	— 6,8
	27	5 23 5,2	13 47 2,01	—0,34	104 31 54,7	— 7,0
	28*	6 8 41,5	14 36 43,25	—0,60	»	»
	29	6 56 1,4	15 28 8,60	—0,45	113 41 18,3	— 1,7
	29*	6 56 1,4	15 28 8,63	—0,42	113 41 19,7	— 0,3
	31	8 36 13,5	17 16 31,99	—0,60	118 14 33,3	+ 0,7
	31*	8 36 13,6	17 16 32,07	—0,52	118 14 31,6	— 1,0
Août.......	1	9 27 51,4	18 12 14,93	—0,47	118 27 48,3	— 0,8
	1*	9 27 51,4	18 12 14,92	—0,48	118 27 50,6	+ 1,5
	2	10 18 59,5	19 7 27,25	—0,51	117 16 27,3	— 0,5
	2*	10 18 59,5	19 7 27,27	—0,49	117 16 31,3	+ 3,5
	3	11 8 31,4	20 1 2,60	—0,42	114 45 41,8	+ 3,5
	3*	11 8 31,2	20 1 2,47	—0,55	»	»
	4	11 55 47,0	20 52 21,09	—0,42	111 5 9,7	+ 4,1
	4*	11 55 47,1	20 52 21,13	—0,38	111 5 10,1	+ 4,5
	5*	12 42 49,2	21 41 21,58	—0,52	106 26 50,5	+ 3,4
	7*	14 7 27,6	23 14 8,36	—0,58	95 11 59,1	+ 4,1
	29	8 13 2,9	18 47 37,50	0,00	117 57 9,1	+ 1,0
	29*	8 13 2,6	18 47 37,21	—0,29	»	»
	31	9 51 24,3	20 34 5,63	—0,17	112 35 1,5	+ 2,3
	31*	9 51 24,0	20 34 5,33	—0,46	112 35 4,8	+ 5,6
Septembre.	1	10 37 16,7	21 24 0,75	—0,12	108 14 10,2	+ 1,2
	1*	10 37 16,7	21 24 0,68	—0,19	108 14 12,5	+ 3,5
	2*	11 21 8,7	22 11 55,42	—0,31	103 3 3,1	+ 3,5
	5	13 30 31,2	0 31 24,73	—0,80	84 41 26,9	+ 5,8
	20	1 52 1,0	13 52 14,76	—0,53	»	»
	21	2 39 55,7	14 44 14,94	—0,54	»	»
	22	3 29 31,5	15 37 56,59	—0,50	114 28 56,6	— 7,7
	25	6 4 56,1	18 25 37,13	—0,30	118 24 16,7	+ 0,6
	25*	6 4 56,0	18 25 37,00	—0,42	118 24 17,6	+ 1,5
	26	6 55 48,0	19 20 32,92	—0,35	116 51 46,6	+ 1,7

Dates. 1876.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Septembre.	28	8 31 15,4	21 4 6,28	−0,15	110 6 9,5	+ 0,3
	28*	8 31 15,4	21 4 6,26	−0,17	110 6 11,6	+ 2,4
	29	9 15 45,8	21 52 39,35	−0,32	105 14 31,1	− 0,2
	29*	9 15 46,0	21 52 39,51	−0,16	105 14 34,5	+ 3,2
Octobre.	2	11 24 8,6	0 13 12,66	−0,15	87 9 24,9	+ 1,4
	2*	11 24 8,4	0 13 12,49	−0,32	»	»
	29	9 16 24,0	23 51 33,66	−0,47	90 2 8,7	+ 9,0
	31	10 46 39,5	1 30 0,54	−0,25	77 17 13,7	+ 3,8
	31*	10 46 39,4	1 30 0,32	−0,46	77 17 14,6	+ 4,7
Novembre.	10	20 10 7,8	11 32 18,43	−0,95	»	»
	27	8 34 51,4	1 4 16,36	−0,33	80 15 27,0	+ 4,3
	28	9 22 52,0	1 56 24,00	−0,42	74 12 53,0	+ 4,9
	29	10 15 55,3	2 53 35,73	−0,70	68 49 14,0	+ 3,4
Décembre.	1	12 21 25,1	5 4 54,93	−0,91	62 7 37,5	+ 0,8
	2	13 28 5,5	6 15 42,37	−0,96	61 49 36,6	− 0,6
	21	4 23 18,3	22 26 36,14	−0,19	100 36 8,8	+ 0,4
	22	5 3 43,4	23 11 4,12	−0,08	94 55 22,3	0,0
	29	11 1 11,1	5 37 21,78	−0,55	61 42 9,2	+ 2,6

» Les positions conclues ont été comparées aux Éphémérides du *Nautical Almanac,* calculées à l'aide des Tables de Hansen.

» Les observations ont été faites le plus souvent au grand Cercle méridien : celles qui sont marquées d'un astérisque (*) ont été faites aux instruments de Gambey. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des sinus des ordres supérieurs;* par M. YVON VILLARCEAU. (Extrait.)

« L'emploi des fonctions hyperboliques m'ayant permis de simplifier l'étude des *courbes* dites de *hauteur,* dont les marins font usage depuis l'introduction des nouvelles méthodes de navigation astronomique, j'ai été invité à rédiger un exposé de la théorie de ces fonctions, dont une copie a été mise à la disposition de MM. les Professeurs de l'École navale. Ce travail est l'origine de celui que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» La liaison intime qui existe entre l'exponentielle $y = a^{mx}$ et son logarithme m'a décidé à comprendre dans une même théorie les exponen-

tielles et les logarithmes. Je me suis attaché à établir tout d'abord la relation de forme algébrique, que l'on obtient entre un nombre et son logarithme, quand on fait usage d'exposants ou radicaux de degré infini : ce qui me paraît jeter un grand jour sur cette matière.

» Quant aux exponentielles, après avoir indiqué leur propriété fondamentale ou la relation

$$(1)\qquad a^{mx_1}a^{mx_2}a^{mx_3}\ldots = a^{m(x_1+x_2+x_3+\ldots)},$$

j'insiste sur la nécessité d'attribuer, à la constante m, sa valeur la plus générale $m = p + q\sqrt{-1}$: ce qui transforme l'exponentielle proposée en le produit de deux autres exponentielles, suivant la relation

$$(2)\qquad a^{mx} = a^{px}a^{q\sqrt{-1}x};$$

faisant alors

$$(3)\qquad x' = xp\log a,\quad x'' = xq\log a,$$

l'exponentielle proposée devient

$$a^{mx} = e^{x'}e^{x''\sqrt{-1}}.$$

» On reconnaît ainsi que toute exponentielle est égale au produit de deux exponentielles de la forme e^x et $e^{x\sqrt{-1}}$.

» Il convient donc d'étudier séparément l'une et l'autre. L'étude de la première fournit aisément la théorie des fonctions hyperboliques $\mathfrak{Sin}\,x$ et $\mathfrak{Cos}\,x$; l'étude de la seconde fournit de même la théorie des fonctions circulaires $\sin x$ et $\cos x$: dès le début, on parvient aisément à établir la période réelle ou imaginaire de ces fonctions (voir *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 594).

» Tel est le cadre que je m'étais tracé pour la rédaction de l'exposé des fonctions hyperboliques mentionné plus haut. J'avais abandonné ce sujet, pour m'occuper du *Traité de nouvelle navigation*, lorsque l'idée me vint de poursuivre l'étude des exponentielles, en réunissant celles que j'avais dû séparer pour les étudier isolément.

» A cet effet, je posai, suivant l'usage,

$$(4)\qquad \rho\cos\theta = p,\quad \rho\sin\theta = q,$$

en convenant de prendre l'argument θ entre zéro et ϖ et le module ρ positif (ϖ désigne le rapport de la circonférence au rayon). Ces relations donnent

$$m = p + q\sqrt{-1} = \rho(\cos\theta + \sqrt{-1}\sin\theta) = \rho e^{\theta\sqrt{-1}},$$

et l'on a

$$a^{mx} = a^{\rho x e^{\theta\sqrt{-1}}} = e^{x\rho \log a e^{\theta\sqrt{-1}}}.$$

Si l'on remplace $x\rho\log a$ par x''' et que, pour plus de simplicité, on supprime ensuite l'accent, on voit que l'expression la plus générale d'une l'exponentielle peut prendre la forme

$$(5) \qquad e^{xe^{\theta\sqrt{-1}}}.$$

Cette forme, très-familière aux géomètres, peut recevoir une modification importante, qui consiste à exprimer l'argument θ en parties du nombre $\frac{\varpi}{2}$, ou à poser

$$(5\ bis) \qquad \theta = \frac{n}{m}\frac{\varpi}{2},$$

n et m étant des nombres entiers, premiers entre eux, lesquels sont finis ou infinis, suivant que θ et $\frac{\varpi}{2}$ sont ou ne sont pas commensurables.

» Tel est notre point de départ de la théorie des sinus d'ordres supérieurs.

» Introduisant la valeur (5 *bis*) de θ dans l'exponentielle (5) et effectuant son développement en série, il vient

$$(6) \quad e^{xe^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}} = 1 + \frac{x}{1}e^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} + \frac{x^2}{1.2}e^{2\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} + \frac{x^3}{1.2.3}e^{3\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} + \ldots$$

Ce développement doit actuellement être transformé en un nombre m de séries partielles. A cet effet, représentons par $K = im + i'$ le facteur de $\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}$ des exposants de e dans le second membre, i désignant un nombre entier quelconque et i' un autre nombre entier moindre que m; les exponentielles se changeront en

$$(6\ bis) \qquad e^{in\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}\, e^{i'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} = (-1)^{in}\, e^{i'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}.$$

Il suit de là qu'il faut extraire de K le plus fort multiple im qu'il contient

et substituer à K le reste i', dans l'exponentielle considérée, sous la condition de donner à cette exponentielle le signe de $(-1)^{in}$ ou celui de $(\pm 1)^{i}$, selon que n est pair ou impair.

» Effectuant cette réduction des exposants de e et posant

$$(7)\left\{\begin{array}{l}
\varphi_0 x = 1 \pm \frac{x^m}{1.2.3\ldots m} + \frac{x^{2m}}{1.2.3\ldots(2m)} \pm \frac{x^{3m}}{1.2.3\ldots(3m)} + \frac{x^{4m}}{1.2.3\ldots(4m)} \pm \ldots,\\
\varphi_1 x = \frac{x}{1} \pm \frac{x^{m+1}}{1.2.3\ldots(m+1)} + \frac{x^{2m+1}}{1.2.3\ldots(2m+1)} \pm \frac{x^{3m+1}}{1.2.3\ldots(3m+1)} + \frac{x^{4m+1}}{1.2.3\ldots(4m+1)} \pm \ldots,\\
\varphi_2 x = \frac{x^2}{1.2} \pm \frac{x^{m+2}}{1.2.3\ldots(m+2)} + \frac{x^{2m+2}}{1.2.3\ldots(2m+2)} \pm \frac{x^{3m+2}}{1.2.3\ldots(3m+2)} + \frac{x^{4m+2}}{1.2.3\ldots(4m+2)} \pm \ldots,\\
\varphi_3 x = \frac{x^3}{1.2.3} \pm \frac{x^{m+3}}{1.2.3\ldots(m+3)} + \frac{x^{2m+3}}{1.2.3\ldots(2m+3)} \pm \frac{x^{3m+3}}{1.2.3\ldots(3m+3)} + \frac{x^{4m+3}}{1.2.3\ldots(4m+3)} \pm \ldots,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
\varphi_{m-1} x = \frac{x^{m-1}}{1.2.3\ldots(m-1)} \pm \frac{x^{2m-1}}{1.2.3\ldots(2m-1)} + \frac{x^{3m-1}}{1.2.3\ldots(3m-1)} \pm \frac{x^{4m-1}}{1.2.3\ldots(4m-1)} + \frac{x^{5m-1}}{1.2.3\ldots(5m-1)} \pm \ldots,
\end{array}\right.$$

expressions où les signes supérieurs se rapportent au cas de n pair et les inférieurs à celui de n impair, on aura la transformation suivante de l'exponentielle (6):

$$(8)\left\{\begin{array}{l}
e^{xe^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}} = \varphi_0 x + \varphi_1 x . e^{1\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} + \varphi_2 x . e^{2\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}} + \varphi_3 x . e^{3\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}\\
\qquad + \ldots + \varphi_{m-1} x . e^{(m-1)\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}.
\end{array}\right.$$

» Les fonctions $\varphi_0 x, \ldots, \varphi_{m-1} x$, que nous venons de former, se présentent comme une conséquence nécessaire de l'étude de l'exponentielle générale a^{mx}. Leur existence a été signalée pour la première fois, il y a plus de cinquante ans, par H. Wronski. Ce géomètre les a obtenues en suivant une voie différente; il les a désignées sous le nom collectif de *sinus* (nous verrons bientôt, en effet, que les sinus et cosinus circulaires ou hyperboliques n'en sont que des cas particuliers). Remarquant que $\varphi_0 x$ se réduit à l'unité quand x s'annule et que les autres fonctions $\varphi_1 x, \ldots, \varphi_{m-1}$ se réduisent à zéro en même temps que cette variable, Wronski conserve à $\varphi_0 x$ la dénomination de *cosinus*, et désigne les $m-1$ autres fonctions par celle de *sinus*. Le nombre $m-1$ des sinus proprement dits caractérise, pour ce géomètre, l'*ordre* de ces fonctions, en sorte que les sinus hyperboliques et circulaires, ou du premier ordre, correspondent à $m=2$.

» Il désigne $\varphi_1 x, \varphi_2 x, \ldots, \varphi_{m-1} x$ respectivement par 1er, 2e, ..., $(m-1)^{\text{ième}}$ sinus.

» Les signes supérieurs qui figurent dans les expressions des fonctions $\varphi_0 x, \ldots, \varphi_{m-1} x$ doivent être pris, avons-nous dit, lorsque n est pair et les signes inférieurs quand n est impair; d'où deux genres de fonctions $\varphi_\mu x$ pour chaque valeur de m.

» La valeur paire de n se rapporte au *genre hyperbolique* et la valeur impaire caractérise le *genre elliptique*: il est aisé de se rendre compte de ces dénominations. Nous distinguerons bientôt ces deux genres en remplaçant, pour le premier, la lettre φ par $\mathfrak{f}$ et, pour le second, par f.

» La distinction entre les deux *genres* de fonctions subsiste tant que θ et $\frac{\varpi}{2}$ sont commensurables ou que n et m sont des nombres entiers finis : le cas de l'incommensurabilité, ou de m et n simultanément infinis conduit à distinguer un troisième genre de fonctions $\varphi_\mu x$; on aperçoit que, dans ce cas, la qualité paire ou impaire du nombre n importe peu et que les deux genres *hyperbolique* et *elliptique* doivent alors se confondre : en effet, les développements (7) se réduisent alors à leurs premiers termes, lesquels ne sont pas affectés du double signe. Nous affecterons la lettre φ aux fonctions de ce nouveau genre, que nous nommerons genre *parabolique*.

» Les développements (7) permettent de reconnaître immédiatement quelques propriétés générales des fonctions $\varphi_\mu x$.

» Soit μ un indice autre que zéro; on aura évidemment

$$d\varphi_\mu x = \varphi_{\mu-1} x\, dx;$$

quant à l'indice zéro, il viendra

$$d\varphi_0 x = \pm \varphi_{m-1} x\, dx.$$

» On aura donc les relations suivantes entre les dérivées des divers sinus :

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{d\varphi_0 x}{dx} = \pm \varphi_{m-1} x, & \text{Genre} \begin{cases}\text{hyperbolique.}\\ \text{elliptique.}\end{cases} \\ \dfrac{d\varphi_1 x}{dx} = \varphi_0 x, \quad \dfrac{d\varphi_2 x}{dx} = \varphi_1 x, \quad \dfrac{d\varphi_3 x}{dx} = \varphi_2 x, \quad \ldots, \quad \dfrac{d\varphi_{m-1} x}{dx} = \varphi_{m-2} x. \end{cases}$$

» Les fonctions des deux genres *hyperbolique* et *elliptique* ont entre elles

es relations, faciles à vérifier,

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{F}_\mu x &= (-1)^{\frac{\mu}{m}} f_\mu\left[(-1)^{-\frac{1}{m}} x\right],\\ \mathfrak{F}_\mu\left[(-1)^{\frac{1}{m}} x\right] &= (-1)^{\frac{\mu}{m}} f_\mu x;\\ f_\mu x &= (-1)^{-\frac{\mu}{m}} \mathfrak{F}_\mu\left[(-1)^{\frac{1}{m}} x\right],\\ f_\mu\left[(-1)^{-\frac{1}{m}} x\right] &= (-1)^{-\frac{\mu}{m}} \mathfrak{F}_\mu x. \end{aligned}\right.$$

» Ces formules se simplifient dans les deux cas de m impair et de m pair avec $\frac{m}{2}$ impair : elles deviennent alors

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{F}_\mu x &= (-1)^\mu f_\mu(-x), & f_\mu x &= (-1)^\mu \mathfrak{F}(-x),\\ \mathfrak{F}_\mu(-x) &= (-1)^\mu f_\mu x, & f_\mu(-x) &= (-1)^\mu \mathfrak{F} x. \end{aligned}\right\} m \text{ impair.}$$

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{F}_\mu x &= (\sqrt{-1})^\mu f_\mu \frac{x}{\sqrt{-1}}, & f_\mu x &= (\sqrt{-1})^\mu \mathfrak{F}_\mu \frac{x}{\sqrt{-1}},\\ \mathfrak{F}_\mu(x\sqrt{-1}) &= (\sqrt{-1})^\mu f_\mu x, & f_\mu(x\sqrt{-1}) &= (\sqrt{-1})^\mu \mathfrak{F}_\mu x. \end{aligned}\right\} \begin{matrix} m \text{ pair,}\\ \text{avec}\\ \frac{m}{2}\text{imp.}\end{matrix}$$

» Les fonctions du *genre hyperbolique* jouissent de cette propriété que, pour toute valeur de m, on a

$$(12\ bis)\qquad \Sigma\,\mathfrak{F}_\mu x = e^x;$$

» Cela résulte, soit de l'addition des fonctions (7) prises avec les signes supérieurs, soit de la formule (8), en y faisant $n = 0$.

» Les fonctions $\varphi_\mu x$ donnent lieu à des formules, pour l'addition des arguments, dont on déduit, comme cas particuliers, celles qui se rapportent aux arguments des fonctions.

» Concevons que l'on ait écrit y à la place de x dans (8), et que l'on multiplie membre à membre l'expression ainsi obtenue par la même équation (8); on aura la valeur de

$$e^{(x+y)e^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}},$$

sous forme d'un développement contenant les puissances et les produits des fonctions $\varphi_\mu x$ et $\varphi_\mu y$; concevons en outre que l'on ait réduit les coef-

ficients de $\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}$ dans les exponentielles, en faisant usage de la relation (6 *bis*); les exponentielles restantes ne seront autres que celles qui figurent dans le développement (8).

» Si, d'autre part, on remplace, dans l'expression (8), x par $x+y$, on obtiendra une nouvelle valeur de l'exponentielle $e^{(x+y)e^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}}$, dans laquelle les coefficients des exponentielles du développement seront égaux à

$$\varphi_0(x+y),\ \varphi_1(x+y),\ \varphi_2(x+y),\ \ldots,\ \varphi_{m-1}(x+y).$$

Identifiant ces coefficients avec ceux résultant du produit des exponentielles primitives en x et y, on obtiendra les formules de sommation

$$(13)\left\{\begin{array}{l}
\varphi_0(x+y)= \varphi_0 x\varphi_0 y \pm(\varphi_{m-1}x\varphi_1 y+\varphi_{m-2}x\varphi_2 y+\varphi_{m-3}x\varphi_3 y+\ldots+\varphi_1 x\varphi_{m-1}y),\\
\varphi_1(x+y)= \varphi_1 x\varphi_0 y+\varphi_0 x\varphi_1 y\pm(\varphi_{m-1}x\varphi_2 y+\varphi_{m-2}x\varphi_3 y+\ldots+\varphi_2 x\varphi_{m-1}y),\\
\varphi_2(x+y)= \varphi_2 x\varphi_0 y+\varphi_1 x\varphi_1 y+\varphi_0 x\varphi_2 y\pm(\varphi_{m-1}x\varphi_3 y+\ldots+\varphi_3 x\varphi_{m-1}y),\\
\varphi_3(x+y)= \varphi_3 x\varphi_0 y+\varphi_2 x\varphi_1 y+\varphi_1 x\varphi_2 y+\varphi_0 x\varphi_3 y\pm(\ldots+\varphi_4 x\varphi_{m-1}y),\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\varphi_{m-2}(x+y)=\varphi_{m-2}x\varphi_0 y+\varphi_{m-3}x\varphi_1 y+\varphi_{m-4}x\varphi_2 y+\varphi_{m-5}x\varphi_3 y+\ldots\pm\varphi_{m-1}x\varphi_{m-1}y,\\
\varphi_{m-1}(x+y)=\varphi_{m-1}x\varphi_0 y+\varphi_{m-2}x\varphi_1 y+\varphi_{m-3}x\varphi_2 y+\varphi_{m-4}x\varphi_3 y+\ldots+\varphi_0 x\varphi_{m-1}y.
\end{array}\right.$$

» Pour faire usage de ces formules, on emploiera les signes supérieurs, dans le genre hyperbolique, en écrivant $\mathcal{F}$ à la place de φ, puis les signes inférieurs, dans le genre *elliptique*, en écrivant f au lieu de φ.

» S'il s'agit du genre parabolique, on fera usage des mêmes formules, en y supprimant les φ à indices infinis qui sont nuls : ce qui fait disparaître les termes affectés du double signe [1]. »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure, le 6 mai, à l'Observatoire de Montsouris;* par M. E. Mouchez.

« L'observation du passage de Mercure à l'Observatoire de Montsouris a été fort contrariée par le mauvais temps : le ciel est resté couvert d'épais nuages pendant la plus grande partie de la journée; mais il y a eu quel-

[1] La suite de cette Communication sera donnée dans les prochains *Comptes rendus*.

ques courtes et légères éclaircies entre 3 et 4 heures du soir, au moment de l'entrée de la planète sur le disque du Soleil, et il s'en est peu fallu que nous n'ayons été favorisés par un aussi heureux hasard que celui qui a permis l'observation du passage de Vénus à l'île Saint-Paul.

» Nous avions préparé la veille les instruments d'observation et de photographie ; le temps fut très-beau pendant la journée du 5; M. Cornu en profita pour s'assurer, de concert avec M. Picard, que l'appareil de la Commission de Vénus et tous ses accessoires étaient parfaitement disposés pour l'observation du lendemain : nous obtînmes de très-bonnes images daguerriennes du Soleil.

» Pendant la nuit du 5 au 6, l'officier de service, M. Chevalier, fit la série habituelle d'observations méridiennes, qui permit de déterminer l'état de la pendule.

Le 6, à 3 heures de l'après-midi, tout était prêt pour l'observation. J'étais à l'équatorial de 8 pouces; M. Rollin était à l'équatorial de 6 pouces et M. Picard, assisté des autres officiers, à l'appareil photographique; mais, quelques minutes encore avant le premier contact, le ciel était si couvert qu'il était impossible de soupçonner la position du Soleil. Cependant, vers $3^h 15^m$, il se fit une première trouée dans les nuages, qui me permit d'orienter à peu près la lunette, et à $3^h 19^m$, deux minutes seulement avant le premier contact, je pus assez nettement distinguer le disque du Soleil pour pointer l'instrument sur l'extrémité supérieure du diamètre vertical où allait avoir lieu l'entrée de Mercure. Une rapide inspection des bords de l'astre ne m'ayant montré rien de nouveau autour de ce point, je m'empressai d'embrayer le mouvement d'horlogerie; mais, par suite d'un léger défaut dans les engrenages, cette opération a souvent l'inconvénient de déplacer assez la lunette pour faire sortir du champ l'astre visé : c'est ce qui eut lieu; je dus recommencer l'opération et le pointage, et, quand je revis le bord du Soleil à $3^h 20^m 59^s$ (temps moyen), j'aperçus, à travers le voile de brume qui le cachait encore, la légère échancrure produite par Mercure. Je l'estimai à $1'',5$ ou 2 secondes, c'est-à-dire que la planète me semblait engagée d'un peu moins que le $\frac{1}{6}$ de son diamètre. Je n'eus pas le temps de faire de mesures micrométriques, car le Soleil disparut presque aussitôt derrière les nuages. Sans le dérangement de la lunette, j'aurais peut-être pu obtenir ce premier contact à 3 ou 4 secondes près, si l'image du Soleil avait conservé la même visibilité.

» A $3^h 23^m 10^s$ (temps moyen), dans une deuxième courte éclaircie, je revis le Soleil toujours voilé d'un peu de brume. Mercure me sembla alors

engagé d'environ les trois quarts de son diamètre. Il fut impossible encore de faire usage du micromètre, à cause du peu de durée de l'éclaircie; tout disparut de nouveau quelques minutes après, jusqu'à $3^h24^m11^s$, moment où les astres reparurent très-embrumés. Mercure était complétement entré sur le disque du Soleil, et j'estimai que la distance des bords voisins était d'environ le cinquième ou le quart du diamètre de la planète ($2'',7$); les deux disques étaient encore beaucoup trop vagues pour permettre de faire utilement des mesures. Cette nouvelle éclaircie ne dura que deux ou trois minutes et le Soleil ne redevint visible que vers 3^h38^m.

» A 3^h40^m, les bords devenant plus nets et la lumière assez vive pour nécessiter l'emploi du verre coloré le plus pâle, je pus faire trois mesures du diamètre de la planète, que j'ai trouvé égal à $12'',69$, et quelques mesures micrométriques des bords voisins rapportées ci-après; mais le peu de netteté des images et la mobilité de notre lunette ne me permettent pas de donner ces mesures comme exactes à plus de 1 seconde d'arc près : elles ont donc peu de valeur auprès de celles qui auront été faites avec beau temps dans les autres observatoires. A partir de 3^h47^m, le voile de brume alla toujours s'épaississant; le Soleil disparut complétement vers 3^h50^m et ne reparut plus de toute la soirée. Je ne quittai l'Observatoire qu'à 6^h30^m du soir.

» Cette contrariété de temps a été très-regrettable, car il eût été fort intéressant de pouvoir comparer les circonstances physiques des contacts de *Mercure* aux phases semblables que j'avais observées pendant le passage de *Vénus* à l'île Saint-Paul; mais le Soleil est toujours resté tellement voilé, même pendant les plus grandes éclaircies du passage, que j'ai pu souvent l'observer sans verre coloré et qu'il a suffi du verre le plus pâle dans les autres circonstances. Le seul fait qui m'ait frappé, c'est la rapidité beaucoup plus grande de la succession des phases dans le passage de Mercure, ce qui tient non-seulement à la plus grande rapidité des mouvements relatifs, mais aussi au diamètre beaucoup plus petit de Mercure; les heures des contacts pour cette dernière planète doivent donc s'obtenir avec une précision bien plus grande que celles du passage de Vénus.

» Bien que nos observations du 6 mai soient trop vagues pour pouvoir être de quelque utilité, on peut cependant en conclure, d'après les deux observations de $3^h20^m59^s$ et de $3^h24^m11^s$ et le mouvement relatif des deux astres, que l'entrée de la planète a dû avoir lieu 1^m20^s environ avant l'heure prédite par les éphémérides pour le centre de la Terre, ce qui s'accorde à très-peu près avec l'heure qu'on obtiendrait de l'entrée pour Paris;

en tenant compte de la parallaxe, et vérifie l'exactitude de la théorie de Mercure.

» Les heures des deux premiers contacts données par la *Connaissance des Temps*, pour le centre de la Terre, sont $3^h 21^m 52^s$ et $3^h 25^m 00^s$.

» Si l'on tient compte de la parallaxe, ces heures deviennent, pour Paris, $3^h 20^m 25^s$ et $3^h 23^m 32^s$.

» On obtient donc, par la comparaison des résultats observés aux résultats calculés, le tableau suivant :

	h m s		h m s
Heure de l'observation..........	3.20.59		3.24.11
Changement de temps pour 1",8 (en prenant le diamètre = 12")..	28	Pour 2",7...	42
1er contact......	3.20.31	2e contact...	3.23.29
Heure des contacts calculée pour Paris......................	3.20.25		3.23.32
Différence entre l'observation et le calcul.................	+0. 0. 6		−0. 0. 3

» L'accord des deux résultats est assez satisfaisant pour qu'on puisse admettre que cette observation par simple estime donne l'heure de l'entrée pour Montsouris à 8 ou 10 secondes près.

» La photographie n'a pas bien réussi. M. Picard a obtenu trois images du Soleil, dont deux paraissaient fort bonnes ; mais il est impossible d'y trouver la moindre trace de la planète ; son diamètre ne devait avoir guère plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre environ. Il aurait fallu avoir des conditions de temps exceptionnellement favorables pour obtenir l'image de la planète sur une échelle aussi réduite.

OBSERVATIONS MICROMÉTRIQUES.

» Point de départ des mesures micrométriques ; coïncidence du fil fixe et du fil mobile :

Gauche.	Droite.	
t d	t d	
40.15,5	40.14,7	
15,7	14,3	t d
15,8	14,4	40.15,65
15,6	14,3	40.14,42
40.15,65	40.14,42	40.15,03 = départ

Diamètre de Mercure à 3h42m, temps moyen.

t d	t d
40.1,9	40. 2,13
2,3	40.15,03
2,2	
40.2,13	0.12,90 × 0″,984 = 12″,69.

(La valeur du tour de vis du micromètre 0″,984 a été déterminée par deux méthodes : 1° par des passages d'étoile ; 2° par la méthode de *Gauss*, consistant à mesurer le réticule d'une lunette avec le micromètre d'une autre lunette pointée sur son axe ; les deux résultats ont été trouvés identiques jusqu'à la troisième décimale inclusivement.)

Distance micrométrique des bords voisins (bords peu nets, voilés par la brume).

h m s	t ″
3.45. 3,4	39.507 = 63,3
45.48,2	470 = 66,9
46. 9,2	457 = 68,2
46.30,2	440 = 69,9

» Le grossissement employé pour ces observations est 150. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la loi d'Avogadro et d'Ampère;* par M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai publié, il y a quelque temps, une première série d'expériences qui démontrent que l'oxalate de potassium cristallisé ne perd pas son eau de cristallisation dans une atmosphère de chloral hydraté, pourvu que la tension de la vapeur d'eau dans cette atmosphère soit égale ou supérieure à la tension de dissociation de l'oxalate, à la température où l'on opère. J'ai constaté que les choses se sont passées de la même manière dans une atmosphère de chloral hydraté, et dans une atmosphère artificielle formée d'air et de vapeur d'eau, et dans laquelle la vapeur d'eau offrait la même tension que dans la vapeur de chloral, en supposant celle-ci dissociée. On pouvait conclure de ces expériences que la vapeur de chloral hydraté renferme de la vapeur d'eau, sensiblement à la même tension que l'atmosphère artificielle où l'on introduit de la vapeur d'eau.

» Cette conclusion, qui me paraît inattaquable, est corroborée par une série d'expériences inverses qui ont démontré : 1° que l'oxalate de potas-

sium sec reprend lentement de la vapeur d'eau, soit à 100 degrés, soit à 79 degrés, dans une atmosphère artificielle humide dans laquelle la tension de la vapeur d'eau est notablement supérieure à la tension de dissociation du sel hydraté à la température où l'on opère; 2° que le sel sec reprend l'eau sensiblement de la même façon dans une atmosphère de chloral hydraté dans laquelle la tension de la vapeur d'eau est la même que dans l'atmosphère artificielle, en supposant la vapeur de chloral dissociée en chloral anhydre et en eau; et la supposition est évidemment légitime, le résultat étant le même dans les deux cas.

» On a fait deux séries d'expériences, la première à 100 degrés, la seconde à 79 degrés, et l'on a employé toutes les précautions qui ont été décrites antérieurement. On a opéré dans deux tubes de Hofmann, qu'on plaçait l'un à côté de l'autre et qu'on chauffait simultanément pendant le même temps, l'un renfermant de la vapeur de chloral hydraté sous une tension déterminée P; l'autre un mélange à volumes égaux d'air et de vapeur, mélange où chacun des éléments était sous la tension $\frac{P}{2}$, selon le principe indiqué par M. Troost.

» Dans ces deux atmosphères également humides, l'oxalate de potassium sec a absorbé l'eau, sensiblement de la même façon, le mercure s'élevant lentement dans le tube, sans qu'il ait atteint néanmoins la hauteur qui correspondait à la tension de dissociation du sel hydraté. Et cela se comprend : un sel qui a été déshydraté complétement à 100 degrés ne doit absorber que difficilement de la vapeur d'eau à la même température, lorsque la tension de cette vapeur s'approche de la tension de dissociation du sel hydraté.

» Cela dit, voici les expériences :

I. — *Durée de l'expérience : 11 heures.*

	Air humide.	Vapeur de chloral hydraté.
	mm	mm
Hauteur du mercure au commencement..........	220,0	218,0
» à la fin....................	236,2	231,2
Différence..............................	16,2	13,2

II. — *Durée de l'expérience : 33 heures.*

	Air humide.	Vapeur de chloral hydraté.
	mm	mm
Hauteur du mercure au commencement..........	168,0	168,5
» à la fin....................	205,3	203,0
Différence..............................	37,3	34,5

» Cette expérience est particulièrement instructive; car elle a pu être prolongée pendant un temps considérable et n'a été arrêtée que lorsque l'absorption avait complétement cessé dans le tube renfermant l'air humide (¹).

» Je crois devoir publier ici les détails de cette expérience :

Air humide à $0^m,761$ et à 23°..	$50^{cc},4$	Chloral hydraté.....	$0^{gr},371$
Eau........................	0,0384		

» On introduit dans le premier tube l'air et l'eau, dans le second le chloral hydraté; on a chauffé à 100 degrés, et, lorsque la hauteur du mercure s'est maintenue constante, on a mesuré cette hauteur et l'on a observé le baromètre :

	Tube à air humide.	Tube à chloral hydraté.	Baromètre.
Hauteur du mercure à 100° (non corrigé)....	168^{mm}	$168^{mm},5$	$0^{mm},761$

» On a introduit ensuite dans chaque tube environ 2 grammes d'oxalate de potassium sec, contenu dans un cylindre de toile de platine, après l'avoir purgé d'air dans le vide barométrique, comme on l'a indiqué antérieurement (²), et en poussant le cylindre jusque près du niveau du mercure. On a maintenu les cylindres dans le mercure chaud pendant dix minutes pour qu'ils prissent la température de 100 degrés, puis on les a poussés dans l'atmosphère des tubes, à une certaine distance du niveau du mercure. Il ne faut point négliger de prendre la précaution qui vient d'être décrite; car, si les cylindres étaient à une température inférieure à celle de la vapeur, celle-ci se condenserait et l'on verrait le mercure s'élever assez rapidement dans le tube au premier moment. Cet effet s'est produit, quoique faiblement, dans le premier tube, et a été compensé bientôt après par une ascension moins rapide du mercure dans ce même tube.

» Voici les progrès de cette ascension dans les deux tubes :

	Hauteur du mercure.		
	Tube à air humide.	Tube à chloral hydraté.	Baromètre.
	mm	mm	mm
Midi (immédiat. après l'immersion)	172	166	761
1h.........................	188	175	»

(¹) J'ai été assisté dans ces expériences par MM. A. Le Bel, Henninger et Dupré, qui ont bien voulu les suivre pendant la nuit.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1262.

h m	Tube à air humide.	Tube à chloral hydraté.	Baromètre.
	mm	mm	mm
2	189,5	178	»
3	190,5	180	»
4	191,5	181,7	759,3
5	192,5	183	759
6	193,0	184,5	758,6
7	194	185,8	»
8.30	195	187,5	758,7
10.30	195,5	189,0	758,5
12.30	196,0	190,0	757,3
2.30 après minuit	196,2	191,0	756,9
4.30	196,6	192,0	756,6
6.30	197,0	193,0	757,1
8.30	196,0	193,0	755,7
10.30	197	194,0	755,8
1 après midi	196,5	193,5	754
4	195,5	193	752
9	196,5	194,2	752,2

» Pendant la durée de cette expérience, le baromètre avait baissé de $8^{mm}, 8$. Si, tenant compte de cette circonstance, on ajoute $8^{mm}, 8$ aux hauteurs correspondantes à la fin de l'expérience, on trouve les chiffres qui ont été donnés plus haut, et qui montrent que le mercure s'est élevé de $37^{mm}, 3$ dans le tube à air humide et $34^{mm}, 5$ dans le tube à chloral hydraté. La différence est peu sensible (1).

» Je ne m'en suis pas tenu là dans cet ordre d'expériences. Au lieu de composer une atmosphère artificielle d'air et de vapeur d'eau, j'ai formé une atmosphère de chloroforme et de vapeur d'eau, dans laquelle la vapeur de chloroforme occupait le même volume que la vapeur d'eau.

» Je donne ici les résultats de cette expérience :

III. — *Durée de l'expérience* : $9^h 45^m$

	gr		gr
Choroforme	0,2398	Chloral hydraté	0,318
Eau	0,0361		

(1) Elle peut être due à cette circonstance que le chloral n'est pas absolument sans action sur l'oxalate de potasse. Ayant chauffé de l'oxalate de potassium dans une atmosphère de chloral anhydre, j'ai remarqué qu'il restait après le refroidissement une petite bulle de gaz dans le tube barométrique, celui-ci ayant été incliné de façon à remplir la chambre barométrique.

Hauteur du mercure à 100°.	Tube à chloroforme humide.	Tube à chloral hydraté.	Baromètre.
	mm	mm	mm
Au commencement de l'expérience.....	198,7	193,5	760,0
A la fin	220,4 (1)	214,8	759,6
Différence..............	21,7	21,3	

» Ici l'absorption de la vapeur d'eau a été exactement la même dans l'atmosphère artificielle humide et dans l'atmosphère de chloral hydraté.

» Une autre expérience a été faite à la température de 79 degrés, et l'on a opéré comme il a été dit précédemment. Voici les données de cette expérience, qui confirme les précédentes.

IV. — *Durée de l'expérience* : 7h10m.

Chloroforme......	0, 0629	Chloral hydraté.....	0, 094
Eau...........	0, 0093		

Hauteur du mercure à 79°.	Tube à chloroforme humide.	Tube à chloral hydraté.	Baromètre.
h m	mm	mm	
Avant l'immersion.........	502	496	771,3
Après l'immersion à 9.40.....	503	502	»
9.50.....	514,5	508	»
10........	519	511	»
10.30.....	525	516	»
10.55....	527	515	
11........	528	517	
11.15.....	529	517	
11.30....	530	517	
midi......	631	518,5	
12.30.....	531	519	»
1.........	542	520	»
1.30....	532,1	521	»
2........	533	522	»
2.30....	533,7	522,1	»
3........	534	523	»
3.30....	534	523	»
4.......	534	523	»
4.30....	534	523,1	
5.......	534	523,1	772,7

(1) On a ajouté la différence barométrique.

» Le baromètre ayant monté de $1^{mm},4$ pendant la durée de l'expérience, il faut défalquer ce chiffre de ceux qui expriment la hauteur du mercure dans les tubes à la fin de l'expérience. On trouve alors les résultats suivants :

Hauteur du mercure.	Tube à chloroforme humide.	Tube à chloral hydraté.
A la fin de l'expérience.............	532,6	521,7
Au commencement..................	502	496
	30,6	25,7

» Ainsi le mercure a monté de $30^{mm},6$ dans le tube à chloroforme humide et, pendant le même temps, de $25^{mm},7$ dans le tube à chloral. Ici encore la différence est peu sensible et elle est due peut-être à la cause qui a été signalée plus haut. Qu'on veuille bien remarquer, d'ailleurs, que si la vapeur du chloral n'était pas dissociée, ou l'était à peine à 79 degrés dans les conditions où l'on a opéré, le mercure ne se serait pas élevé du tout ou se serait élevé d'une façon à peine sensible dans le tube correspondant.

» Enfin une dernière expérience a été faite dans les conditions qui viennent d'être indiquées. Seulement on a supprimé un des tubes, car on voulait simplement montrer à un certain nombre de chimistes, réunis le 12 janvier 1878, au laboratoire de la Faculté de Médecine, le fait de l'absorption de la vapeur d'eau, dans une atmosphère de chloral hydraté par l'oxalate de potassium sec. Dans cette expérience, qui n'a duré que six heures, le mercure s'est élevé de 20 millimètres dans le tube.

» J'ajoute que j'ai eu soin de déterminer la tension de dissociation de l'oxalate de potassium hydraté à la température de 79 degrés. L'expérience ayant été prolongée pendant $31^{h}15^{m}$, on a trouvé pour cette tension le chiffre 37 millimètres, toutes corrections faites. M. Troost avait indiqué le chiffre 53 millimètres.

» Il résulte de ces expériences que l'oxalate de potassium sec s'hydrate sensiblement de la même façon, dans une atmosphère de chloral hydraté et dans une atmosphère d'air ou de chloroforme humide, renfermant de la vapeur d'eau sous la même tension que l'atmosphère de chloral hydraté. On doit en conclure que celle-ci est entièrement dissociée, car la vapeur d'eau qu'elle renferme est absorbée sensiblement de la même manière que la vapeur d'eau librement contenue dans une atmosphère artificielle sous la même tension. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la polymérisation de l'oxyde d'éthylène.* Note de M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai décrit, il y a quelque temps, un polymère de l'oxyde d'éthylène, que j'avais trouvé par hasard dans un matras scellé où ce corps avait été conservé pendant un an. Depuis, j'ai fait un certain nombre d'expériences pour déterminer les conditions où l'oxyde d'éthylène subit la transformation polymérique dont il s'agit. D'après ces expériences, il suffit d'ajouter à ce liquide un très-petit fragment de potasse caustique récemment fondue, ou mieux encore de chlorure de zinc fondu, pour que le tout soit pris en une masse solide au bout de quelques mois. Le chlorure de calcium fondu ne produit pas le même effet. Sous son influence, l'oxyde d'éthylène brunit et se décompose à la longue, mais ne se concrète point. J'ajoute qu'une trace d'acide chlorhydrique ou de chlorhydrine éthylénique est inefficace pour produire la polymérisation de l'oxyde d'éthylène. Je me propose de soumettre ce polymère de l'oxyde d'éthylène à une étude attentive. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le microphone de M. Hugues.* Note de M. **du Moncel.**

« Depuis l'invention du téléphone, on s'est efforcé de perfectionner cet instrument au point de vue de l'augmentation des sons reproduits; mais on n'a pas obtenu jusqu'ici de résultats bien supérieurs à ceux qu'avait obtenus M. Bell lui même. Dernièrement cependant M. Hughes, l'ingénieux inventeur du télégraphe imprimeur employé sur nos lignes, a fait faire un grand pas à la question, et grâce à un système de transmetteur extrêmement simple, auquel il a donné le nom de *microphone*, les sons les plus faibles peuvent être non-seulement rendus par le téléphone, mais encore avec une amplification notable. Ainsi les battements d'une montre, les plus légers frottements, les mouvements d'une mouche enfermée dans une boîte, la parole exprimée à voix presque basse devant l'appareil et même à une certaine distance de lui, peuvent être perçus dans le téléphone sans qu'il y ait besoin de l'appliquer contre l'oreille.

» Ce système est fondé sur ce principe, que si un contact électrique est établi entre deux corps médiocrement conducteurs, très-légèrement appuyés l'un sur l'autre, les sons qui sont produits dans le voisinage de ce contact peuvent être transmis par le téléphone, et si l'on dispose ce contact

de manière que l'une des pièces puisse se déplacer avec la plus grande facilité, on en fait un microphone, c'est-à-dire un amplificateur des sons.

» Pour obtenir ce résultat, on adapte l'un au-dessus de l'autre, sur une mince planchette verticale, de 6 centimètres de largeur environ, deux petits prismes de charbon de cornue d'environ 1 centimètre d'épaisseur et de largeur et de 18 millimètres de longueur, dans lesquels sont percés l'un en dessus, l'autre en dessous, deux trous de 4 millimètres de diamètre, qui servent de crapaudines à un crayon de charbon taillé en pointe émoussée par les deux bouts et de 3 centimètres et demi de longueur. Ce crayon appuie par une de ses extrémités dans le trou du charbon inférieur et balotte dans le trou supérieur, qui ne fait que le maintenir dans une position plus ou moins rapprochée de la position d'équilibre instable, c'est-à-dire de la verticale. En imprégnant ces charbons de mercure par leur immersion, à la température rouge, dans un bain de mercure, les effets sont meilleurs, mais ils peuvent se produire sans cela. Les deux prismes sont munis de contacts métalliques, qui permettent de les mettre en rapport avec le circuit d'un téléphone ordinaire dans lequel est interposée une pile Leclanché de trois ou quatre éléments.

» Pour faire usage de l'appareil, on place la planche, sur laquelle est fixée rectangulairement la planchette servant de support au système, sur une table, en ayant soin d'interposer entre celle-ci et la planche plusieurs doubles d'étoffe disposés de manière à former un coussin. Alors il suffit de parler devant ce système pour qu'aussitôt la parole soit reproduite dans le téléphone, et si l'on place sur la planche support une montre ou une boîte dans laquelle une mouche est renfermée, tous les mouvements sont entendus dans le téléphone à une distance de 10 à 15 centimètres de l'oreille. L'appareil est si sensible que c'est à voix peu élevée que la parole s'entend le mieux, et on peut encore l'écouter à 40 centimètres de l'oreille. M. Crookes, qui a bien voulu me communiquer ces renseignements et établir le petit modèle que je présente à l'Académie, expose ainsi les expériences qu'il a faites avec cet instrument, tout grossier qu'il est :

« J'ai pu, dit-il, entendre distinctement tous les mots d'une lecture quand, étant dans mon salon, mon fils lisait au laboratoire dans un livre, à 1 pied de distance de l'instrument. En plaçant devant les charbons une boîte dans laquelle était renfermée une mouche, je pouvais en suivre dans le téléphone tous les mouvements; c'était comme le piétinement d'un cheval. Une montre placée sur la planche support de l'appareil donnait un son remarquable; on pouvait entendre le défilement des rouages, les battements du balancier et même le bruit particulier du métal. Quelques précautions sont toutefois à prendre pour obtenir

les meilleurs résultats : ainsi l'appareil ne doit pas être posé directement sur la table, afin de le soustraire aux vibrations étrangères qui pourraient résulter de mouvements insolites communiqués à la table ; on doit, à cet effet, le poser sur des mouchoirs repliés ou sur de la ouate. La position du crayon de charbon doit aussi être réglée : il doit appuyer en un point du rebord du trou supérieur ; mais l'expérience seule peut indiquer la meilleure position, et, pour la trouver, on peut employer avantageusement la montre. Quand on a le téléphone à l'oreille, on place le crayon dans diverses positions jusqu'à ce qu'on ait trouvé celle donnant le maximum du son. Je crois cette découverte destinée à attirer à un haut degré l'attention. »

» On est souvent obligé d'opérer ce réglage pendant le cours d'une expérience, surtout quand les charbons ne sont pas mercurisés, car les secousses données à la table par les personnes qui l'entourent déplacent très-facilement les points de contact et provoquent des bruissements souvent très-forts. Il est probable que cet inconvénient disparaîtra quand l'appareil sera plus perfectionné.

» Il me reste maintenant à indiquer les expériences qui ont conduit M. Hughes aux résultats importants que nous venons d'exposer, et je les résume d'après la Note qu'il vient de m'adresser.

» Considérant que la lumière et la chaleur peuvent modifier la conductibilité électrique des corps, M. Hughes s'est demandé si des vibrations sonores transmises à un conducteur traversé par un courant ne modifieraient pas aussi cette conductibilité en provoquant des tassements et des écarts des molécules conductrices, qui équivaudraient à des raccourcissements ou à des allongements du conducteur ainsi impressionné. Si cette propriété existait réellement, elle devrait permettre de transmettre les sons à distance, car de ces variations de conductibilité devraient résulter des variations proportionnelles de l'intensité d'un courant agissant sur un téléphone. L'expérience qu'il fit sur un fil métallique tendu n'a pas répondu toutefois à son attente, et ce n'est que quand, le fil s'étant rompu, les deux bouts furent rapprochés l'un de l'autre, que les sons se firent entendre. Il devint dès lors manifeste, pour M. Hughes, que les effets qu'il prévoyait ne pouvaient se produire qu'avec un conducteur divisé, et par suite de contacts imparfaits.

» Il rechercha alors quel était le degré de pression le plus convenable à exercer entre les deux bouts rapprochés du fil pour obtenir le maximum d'effet, et pour cela il effectua cette pression à l'aide de poids. Il reconnut que, quand elle était légère et qu'elle ne dépassait pas celle de 1 once par pouce carré au point de jointure, les sons étaient reproduits distinctement,

mais d'une manière un peu imparfaite; en modifiant les conditions de l'expérience, il put s'assurer bientôt qu'il n'était pas nécessaire, pour obtenir ce résultat, que les fils fussent réunis bout à bout et qu'ils pouvaient être placés côte à côte sur une planche ou même séparés (mais avec addition d'un conducteur posé en croix sur eux), pourvu qu'une pression légère et constante pût les réunir métalliquement. Il essaya alors différentes combinaisons de ce genre présentant plusieurs solutions de continuité, et une chaîne d'acier lui fournit d'assez bons résultats; mais les légères inflexions, c'est-à-dire le timbre de la voix, manquaient, et il dut chercher d'autres dispositions. Il essaya d'abord d'introduire aux points de contact des poudres métalliques : la poudre de zinc et d'étain, connue dans le commerce sous le nom de *bronze blanc,* améliora beaucoup les effets obtenus; mais ils n'étaient pas stables à cause de l'oxydation des contacts, et c'est en essayant de résoudre cette difficulté, ainsi qu'en cherchant la disposition la plus simple pour obtenir une pression légère et constante sur ces contacts, que M. Hughes fut conduit à la disposition des charbons mercurisés décrite précédemment (1), laquelle donna les effets maxima.

» Dans ces conditions, le crayon appelé à fournir les contacts est dans une position tellement voisine de celle de l'équilibre instable, que les moindres vibrations peuvent l'influencer et faire varier la pression très-légère qu'il exerce à l'état normal sur le bord du charbon supérieur contre lequel il est posé. Il en résulte alors un effet analogue à celui produit dans le système d'Edison, mais avec cette différence que les variations de résistance qui résultent des vibrations sont infiniment plus accentuées que les différences d'amplitude de ces vibrations elles-mêmes, et c'est ce qui pro-

---

(1) Voici ce que dit M. Hughes relativement à cette disposition : « Le charbon, en raison de son inoxydabilité, est un corps précieux pour ce genre d'applications; en y alliant le mercure, les effets sont beaucoup meilleurs. Je prends pour cela le charbon employé par les artistes pour leurs dessins; je le chauffe graduellement au blanc, et le plongeant ensuite tout d'un coup dans le mercure, ce métal s'introduit instantanément en globules dans les pores du charbon et le métallise pour ainsi dire. J'ai essayé aussi du charbon recouvert d'un dépôt de platine ou imprégné de chlorure de platine, mais je n'ai pas obtenu un effet supérieur à celui que j'obtenais par le moyen précédent. Le fusain, chauffé à blanc dans un creuset de fer contenant de l'étain et du zinc ou tout autre métal s'évaporant facilement, se trouve également métallisé, et il est dans de bonnes conditions si le métal est à l'état de grande division dans les pores de ce corps, ou s'il n'entre pas en combinaison avec lui. Le fer introduit de cette manière dans le charbon est un des métaux qui m'a donné les meilleurs effets. Le charbon de sapin, quoique mauvais conducteur, acquiert de cette manière un grand pouvoir conducteur. »

duit précisément l'accroissement d'énergie des sons reproduits. L'importance de l'effet obtenu dépend aussi, d'après M. Hughes, du nombre et de la perfection des contacts, et c'est sans doute pour cela que certaines positions du crayon, dans l'appareil qui a été décrit plus haut, sont plus favorables que d'autres. Pour concilier les résultats de ses expériences avec les idées qu'il s'était faites, M. Hughes dit que dans les conducteurs homogènes, de dimensions finies, les effets produits aux deux inflexions inverses de la vibration, étant de sens contraire et égaux, doivent se compenser, mais que, si le conducteur présente en l'un de ses points une conductibilité imparfaite, cette compensation n'existera plus, et les vibrations sonores pourront déterminer les variations alternatives de conductibilité dont il a été parlé.

» M. Hughes prétend avoir pu transmettre par ce système les sons les plus minimes à une distance de 100 milles, mais il ne dit pas si c'est par l'intermédiaire d'une bobine d'induction.

» Le charbon n'est pas la seule substance qu'on peut employer à composer l'organe sensible de ce système de transmetteur; M. Hugues a essayé d'autres substances et même des corps très-conducteurs, tels que les métaux. Le fer lui a donné d'assez bons résultats, et l'effet produit par des surfaces de platine dans un grand état de division a été égal, sinon supérieur, au charbon mercurisé. Toutefois, comme avec ce métal on rencontre alors plus de difficulté dans la construction des appareils, il donne la préférence au charbon qui, comme lui, jouit de l'avantage de l'inoxydabilité. »

RAPPORTS.

ACOUSTIQUE. — *Rapport sur deux Mémoires de M.* Achille Dien, *lesquels concernent : 1° les notes défectueuses des instruments à archet, 2° la résonnance de la septième mineure dans les cordes graves du piano.*

[Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains, Reber (de l'Académie des Beaux-Arts) rapporteur.]

« Tous les instruments à archet, particulièrement le violon, présentent un phénomène étrange et constant qui se manifeste dans la production de certaines notes aiguës dont l'émission est dure et rebelle, et qui sont connues sous la dénomination de *notes roulantes* ou *défectueuses*. Jusqu'à présent on avait cherché vainement à corriger la mauvaise qualité de ces notes, que

les artistes exécutants redoutent d'aborder et que les compositeurs expérimentés évitent d'écrire.

» M. Achille Dien, dans le premier des deux Mémoires qu'il présente à l'Académie, expose la cause de ce phénomène et établit le moyen d'annuler le mauvais effet qui en résulte.

» On sait que le chevalet divise la corde en deux parties très-inégales, dont la plus longue est la partie sonore que l'archet met en vibration; quant à l'autre partie, qui est de fait un *prolongement* de la corde et qui se trouve entre le chevalet et le cordier, elle n'a pas été considérée, jusqu'ici, comme pouvant influer sur la sonorité de la partie principale; mais, en réalité, elle vibre simultanément, quoique très-faiblement, avec celle-ci, et c'est de ces vibrations que résultent des interférences produisant les notes défectueuses.

» Ayant découvert cette cause et partant du principe de l'affinité des sons accordés entre eux en unissons ou en octaves, M. Dien a expérimenté qu'en accordant les *prolongements* des cordes à l'unisson ou à l'octave des notes roulantes, celles-ci vibrent aussitôt librement. Pour effectuer facilement cet accord, l'auteur du Mémoire se sert d'un moyen très-simple, qui consiste à appliquer sur le cordier de petits sillets mobiles agissant à volonté sur les prolongements des cordes; ce petit mécanisme, à peine apparent, n'influe en rien sur les qualités du violon, puisqu'il ne s'adapte qu'au cordier, pièce qui ne participe nullement à la sonorité de l'instrument.

» Après de nombreuses expériences faites à ce sujet avec un soin minutieux par l'auteur du Mémoire, ainsi que par divers autres artistes (y compris le rapporteur de votre Commission), nous pouvons affirmer que les notes défectueuses sont absolument rectifiées par le procédé que nous venons d'indiquer et qu'il est impossible que de nouvelles interférences se produisent avec d'autres notes.

» Le second Mémoire concerne la résonnance de la triple septième mineure harmonique de la fondamentale dans les cordes graves du piano. M. Dien démontre que l'unique cause de cette résonnance, qui constitue un véritable vice dans nos pianos modernes, est due à la pression exercée par l'étouffoir sur la corde en venant toucher un des nœuds qui produit la triple septième mineure harmonique. L'auteur décrit ensuite le procédé mécanique, fort simple et rationnel, au moyen duquel il évite cette résonnance; ce procédé consiste dans l'adjonction d'un second étouffoir agissant simultanément avec l'étouffoir ordinaire : la fonction de ce second étouffoir est de provoquer, par une légère pression, la résonnance de la double

octave de la fondamentale; cette pression s'opère au quart de la longueur de la corde, où se trouve un des nœuds harmoniques de la double octave; par ce moyen, la résonnance de la septième mineure se trouve annulée, en vertu de la loi des affinités entre les consonnances parfaites. Ce mécanisme, d'une construction des plus faciles, peut s'adapter aisément à toute espèce de piano.

» Nous avons assisté, dans la maison Erard, à une expérience du système de M. Dien, et nous en avons été pleinement satisfaits.

» En raison de ces deux découvertes, intéressantes au point de vue de la science acoustique et de l'art musical, votre Commission a l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation aux deux Mémoires de M. Dien. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des corps organiques considérés à l'état gazeux.* Note de M. MASCART.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une partie des résultats que j'ai obtenus en appliquant aux corps de la Chimie organique la méthode indiquée dans ma Note du 4 février (p. 321) pour mesurer la réfraction des gaz et des vapeurs.

» La plus grande difficulté que l'on rencontre dans ce genre de recherches est d'obtenir des corps suffisamment purs. Je dois remercier M. Berthelot et M. Schützenberger qui ont bien voulu me procurer la plupart des corps sur lesquels j'ai fait des expériences. M. Thenard, qui avait eu l'occasion de préparer de grandes quantités d'acétylène, a mis obligeamment à ma disposition plusieurs flacons de ce gaz dans un état de pureté absolue.

» Lorsque le corps est liquide ou peut être obtenu en dissolution concentrée, il suffit de quelques centimètres cubes pour déterminer la réfraction en répétant plusieurs fois les expériences; on peut ainsi reconnaître si l'on a affaire à un composé bien défini, en vérifiant que les premières et les dernières portions qui se volatilisent donnent le même résultat. Pour les

gaz, on avait soin d'en déterminer la composition avant la mesure de la réfraction, et l'on répétait les mêmes épreuves sur la partie extraite de l'appareil interférentiel. On tenait compte, autant que possible, des matières étrangères lorsqu'on n'avait pas un produit absolument pur.

» La méthode ne se prête bien qu'à l'observation des liquides dont le point d'ébullition est inférieur à 100 degrés, et je n'ai pas pu me procurer encore tous ceux qui satisfont à cette condition. La réfraction a été rapportée à celle de l'air, comme dans ma Note précédente; elle a été déterminée à une température voisine de 12 degrés et à des pressions très-faibles, surtout pour les vapeurs, afin que les corps fussent dans un état comparable à celui des gaz parfaits. Enfin j'ai indiqué le point d'ébullition, pour donner une idée du degré de pureté des composés que j'avais entre les mains.

Série du méthylène.

	Formules.	Réfraction.	Point d'ébullition.
Formène (gaz des marais)	C^2H^4	1,51	»
Éther méthylchlorhydrique	C^2H^2, HCl	2,96	»
» bromhydrique	C^2H^2, HBr	3,28	8
» iodhydrique	C^2H^2, HI	4,33	43,5
» cyanhydrique	C^2H^2, HCy	2,64	82
Méthylène trichloré (chloroforme)	C^2HCl^3	4,98	61
» quadrichloré	C^2Cl^4	6,05	77
Éther acétique	$C^2H^2, C^4H^4O^4$	3,87	57
Alcool méthylique	$C^2H^4O^2$	2,12	69
Éther »	$(C^2H^3O)^2$	3,03	»

Série de l'éthylène.

Éthylène (gaz oléfiant)	C^4H^4	2,46	»
Éther éthylchlorhydrique	C^4H^4, HCl	4,01	15,5
» bromhydrique	C^4H^4, HBr	4,16	18
» iodhydrique	C^4H^4, HI	5,47	72
Bichlorure d'éthylène (liqueur des Hollandais)	$C^4H^4Cl^2$	4,82	85
Éther formique	$C^4H^4, C^2H^2O^4$	4,05	54
» acétique	$C^4H^4, C^4H^4O^4$	4,79	74
Alcool	$C^4H^6O^2$	3,01	
Éther	$(C^4H^5O)^2$	5,25	
Aldéhyde	$C^4H^4O^7$	2,76	
Acétone	$C^6H^6O^2$	3,74	57

Séries différentes.

	Formules.	Réfraction.	Point d'ébullition.
Acétylène	C^4H^2	2,075	»
Allylène	C^6H^4	4,04	»
Éther allylchlorhydrique	C^6H^4, HCl	4,91	45
Propylène	C^6H^6	3,81	
Amylène	$C^{10}H^{10}$	5,76	40
Hydrure d'amylène	$C^{10}H^{12}$	5,82	30
Benzine	$C^{12}H^6$	6,20	79,5

» La réfraction d'un mélange de gaz est égale à la somme des réfractions des gaz qui le constituent, chacun d'eux étant ramené au volume total du mélange; mais on sait que cette loi n'est pas exacte pour les corps composés. Si l'on calcule la réfraction des composés minéraux par les nombres donnés dans mes Mémoires précédents, on trouve que la réfraction réelle du composé est habituellement plus faible que celle qu'indiquerait le calcul. Quatre corps seulement paraissent faire exception, le protoxyde et le bioxyde d'azote, l'acide hypo-azotique et l'ammoniaque. Les trois premiers sont endothermiques ou explosifs, c'est-à-dire ne peuvent être obtenus par les éléments qu'avec absorption de chaleur, mais l'ammoniaque se forme avec dégagement de chaleur; la cause de cet accroissement de réfraction ne paraît donc pas tenir au signe du phénomène calorifique dans la combinaison. D'ailleurs, l'acide iodhydrique est aussi un composé explosif et la réfraction du gaz rentre dans la règle générale.

» S'il existait une méthode physique pour calculer la réfraction d'un composé par celles des éléments ou d'autres composés plus simples, on devrait trouver la même réfraction pour les corps qui ont la même constitution élémentaire et le même volume. Cette relation semble parfois se vérifier assez exactement, comme pour l'alcool éthylique (3,01) et l'éther méthylique (3,03). De même, la benzine peut être considérée comme de l'acétylène condensé et l'on a :

Pour l'acétylène, C^4H^2 2,075
Pour la benzine, $C^{12}H^6 = 3(C^4H^2)$ .... $6,20 = 3 \times 2,067$

» Toutefois, ce n'est pas là une règle générale; ainsi :

L'éthylène, C^4H^4, a pour réfraction 2,46
Le propylène, $C^6H^6 = \frac{6}{4} C^4H^4$ .... $3,81 = \frac{6}{4}\ 2,54$
L'amylène, $C^{10}H^{10} = \frac{10}{4} C^4H^4$ .... $5,76 = \frac{10}{4}\ 2,30$

» De même, l'éther méthylacétique et l'éther éthylformique, quoique ayant même composition et même volume, ne possèdent pas non plus la même réfraction.

» Enfin, si l'on compare entre eux des composés différents, on peut, par la loi hypothétique des pouvoirs réfringents, calculer de plusieurs manières la réfraction de corps simples comme l'hydrogène, le carbone, le chlore, etc., ou de certains groupes composés, mais on n'arrive ainsi qu'à des résultats très-irréguliers. La comparaison des composés homologues de deux séries différentes conduit à des nombres plus concordants. Ainsi les éthers et les alcools correspondants de la série méthylique et de la série éthylique donnent, à $\frac{1}{10}$ près, la même valeur pour la réfraction du groupe C^2H^2, mais cette valeur diffère manifestement de celle que l'on déduirait de l'observation du gaz oléfiant.

» Il résulte de là qu'aucune méthode basée sur la seule considération de la composition élémentaire ne permet de calculer la réfraction d'un composé par celles des corps constituants. La notion des équivalents de réfraction, qui n'a pas résisté au contrôle des expériences pour les liquides et les solides, ne peut pas non plus s'appliquer aux gaz; il est nécessaire de faire intervenir dans chaque cas des considérations spéciales qu'il paraît difficile de préciser, puisque le signe calorifique des combinaisons n'est pas la seule qui intervienne. L'exemple des composés de l'azote, où le réfraction est augmentée par la combinaison, mérite peut-être de fixer l'attention, en raison des allures singulières de ce corps et de l'hypothèse émise par quelques chimistes sur la transformation qu'éprouve l'azote en sortant de ses combinaisons. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la production d'huiles sulfurées douées de propriétés insecticides.* Note de MM. DE LA LOYÈRE et MUNTZ.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les roches contenant des substances bitumineuses sont fréquemment soumises à la distillation dans le but d'en retirer des huiles d'éclairage. On a remarqué que quelques-unes de ces roches ne se prêtaient pas à la préparation de produits pouvant entrer dans la consommation, et cela à cause de leur odeur excessivement forte, dont les systèmes d'épuration employés ne parvenaient pas à les débarrasser entièrement. M. Chaland eut le premier, à notre connaissance, l'idée d'employer ces produits très-

odorants à la destruction des insectes : les résultats qu'il obtint furent jugés encourageants par les personnes qui en furent les témoins et peuvent être considérés comme le point de départ des recherches dont nous avons l'honneur d'entretenir l'Académie.

» En examinant, au point de vue de la composition chimique, des huiles fétides produites par la distillation du calcaire bitumineux d'Orbagnoux, près de Seyssel, pris à la base de l'étage kimméridgien, caractérisé par la fréquence de l'*Ostrea virgula*, nous y avons reconnu la présence d'une quantité très-notable de soufre engagé dans une combinaison organique. C'est à cette combinaison que nous avons cru devoir attribuer l'odeur forte et persistante de ces huiles et les effets insecticides qui avaient été observés. En cherchant l'origine du soufre qui se trouvait à l'état combiné dans les produits de la distillation du minerai, nous avons constaté dans ce dernier la présence d'une quantité appréciable de sulfate de chaux (1,2 pour 100), que nous considérons comme la cause principale de sulfuration de ces huiles. On y rencontre souvent aussi de la pyrite, qui agit d'une manière analogue.

» Nous avons cherché à augmenter la proportion de soufre combiné aux huiles distillées en introduisant dans le minerai, avant la distillation, du sulfate de chaux ou de la pyrite. Les huiles obtenues après cette addition renfermaient une forte proportion de soufre combiné. Pendant cette distillation, qui se fait dans des cornues tournantes, à une température supérieure à celle de la fusion du zinc (412 degrés) et inférieure à celle de la fusion de l'antimoine (450 degrés), la matière hydrocarbonée réagit donc sur le sulfate de chaux ou sur la pyrite, avec formation de composés sulfurés volatils. Lorsqu'on a employé le plâtre, on constate, en outre, dans le résidu de la distillation, une quantité notable de sulfure de calcium.

» Le dosage du soufre combiné à l'huile se fait en laissant tomber, goutte à goutte, un poids connu de cette huile (2 à 3 grammes) dans 6 à 8 fois son poids d'acide azotique fumant : la réaction est très-vive; on chauffe lorsqu'elle est calmée. En reprenant par l'eau, on sépare des corps nitrés et l'on précipite par le chlorure de baryum l'acide sulfurique qui s'est formé. Nous avons ainsi trouvé, dans les huiles produites normalement avec le minerai d'Orbagnoux, 2 à 4 pour 100 de soufre ; celles qui provenaient du même minerai additionné de plâtre en contenaient 7 à 8 pour 100. Nous continuons nos expériences en vue d'augmenter la proportion de soufre combiné.

» L'étude chimique de ces composés sulfurés est peu avancée : nous ne

nous y arrêterons pas ici. Nous n'insisterons que sur quelques-unes de leurs propriétés, considérées au point de vue de leur application. Ces huiles ont une odeur d'une intensité et d'une persistance remarquables. A la température ordinaire, elles émettent une vapeur sulfurée assez abondante pour noircir, en quelques instants, un papier imprégné d'acétate de plomb qu'on place à peu de distance, et ce dégagement se manifeste avec la même intensité dans des produits conservés depuis cinq mois. En chauffant l'huile, on dégage des torrents de vapeur sulfurée; ce dégagement persiste pendant longtemps; il est encore très-appréciable après que l'huile a été maintenue, pendant douze heures, à une température voisine de 200 degrés.

» On ne met plus en doute, aujourd'hui, l'efficacité comme insecticides des principes sulfurés : sulfocarbonates, sulfure de carbone, dont l'emploi a été conseillé par les autorités les plus compétentes. D'après les expériences qui ont été faites et qui se poursuivent, en ce moment, sur une plus large échelle, les huiles sulfurées qui font l'objet de cette Communication jouissent des mêmes propriétés; elles ont, plus particulièrement, l'avantage de dégager, d'une manière lente et continue, les vapeurs sulfurées auxquelles on doit attribuer leur action.

» L'emploi de ces huiles contre le Phylloxera est des plus commodes, en se servant, comme excipient, du minerai même d'où cette huile a été extraite et qui est formé principalement de carbonate de chaux, contenant de petites quantités de sulfure de calcium avec quelques millièmes de phosphates et de potasse. Il est avantageux d'incorporer à ce mélange les eaux ammoniacales qui se produisent pendant la distillation et qui contiennent des quantités notables de sulfhydrate d'ammoniaque et de combinaisons organiques sulfurées. Ce mélange a la forme pulvérulente et s'applique autour du cep de vigne à une profondeur de $0^m,10$ à $0^m,15$.

» Ces produits peuvent être obtenus abondamment et dans des conditions de fabrication très-économiques. »

M. J. Coquillion prie l'Académie de vouloir bien admettre au Concours du prix pour les Arts insalubres l'appareil destiné à doser le grisou, qu'il a présenté.

(Renvoi à la Commission.)

M. Ch. Fievez soumet au jugement de l'Académie un projet d'appareil « ayant pour but d'éviter la projection des cendres et des flammèches par la cheminée des locomotives et locomobiles ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. **Dery**, **Dorman** adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant).

M. **L. Weiss** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie la dépêche suivante, adressée par M. André :

Paris, de Ogden, Utah.

Ministère de l'Instruction publique, Paris.

« Temps clair à la sortie. Les observations confirment la théorie. Soixante-huit épreuves photographiques. Communication à M. Dumas.

» André. »

M. **Chauveau**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, dans la séance du 6 mai 1878, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « On the solution of the equation $V\rho\varphi(\rho)=0$, $\varphi(\rho)$ representing a linear vector-function, generally not self-conjugate », par M. *Gustav Plarr*.

M. **Caspari** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la récompense qui lui a été décernée à la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure du 6 mai 1878, faite à l'Observatoire de Toulouse*; par M. **Perrotin**.

« On aperçoit pour la première fois Mercure à $3^h 17^m 32^s$, temps moyen de Toulouse ; il a déjà entamé le disque du Soleil d'une manière sensible.

» A ce moment le ciel se couvre ; on enlève le verre noir, et l'on peut

observer le second contact, à travers les nuages, d'une façon assez précise, à $3^h 19^m 52^s$.

» On remarque, autour de la planète, une sorte d'auréole obscure, quelque chose comme de la pénombre ; on constate le même phénomène à trois reprises différentes, toujours sans verre noir, lorsque l'épaisseur des nuages est suffisante et ne laisse passer la lumière qu'en petite quantité. Cette auréole disparaît quand la lumière devient trop vive.

» Plus tard, vers $4^h 30^m$, on regarde Mercure à l'équatorial Secrétan, à la faveur d'une belle éclaircie : on ne voit pas l'auréole signalée (¹). »

M. **d'Abbadie**, en communiquant, de la part de M. *Tisserand*, les faits précédents, ajoute qu'ils éclairent d'un jour nouveau la question inexpliquée de l'auréole vue souvent autour de Mercure ; elle semble tenir à des circonstances atmosphériques, car il est maintenant constaté que ce phénomène est variable pour un même observateur et dans un intervalle de temps fort petit.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la partition des nombres.* Note de M. **Faa de Bruno**.

« La partition des nombres, depuis les travaux d'Euler, de Cayley, de Sylvester, de Brioschi, a fait de grands progrès. Néanmoins les formules auxquelles on est arrivé jusqu'ici présentent des difficultés sérieuses, par les calculs très-longs qu'elles entraînent. Je crois avoir réussi à donner à ce sujet des formules assez élégantes et bien plus propres au calcul.

» Soit C_p le nombre des partitions qui est le coefficient de x^p dans le développement de la fonction

$$\psi(x) = \frac{(1-x^{n+1})(1-x^{n+2})\ldots(1-x^{n+\nu})}{(1-x)(1-x^2)\ldots(1-x^\nu)}.$$

» M. Brioschi, dans une Note insérée dans les *Annales de Tortolini*, a démontré qu'en posant

$$(1) \qquad s_m = \sum \frac{1}{\beta^m} - \sum \frac{1}{\alpha^m},$$

α, β désignant respectivement les racines du numérateur et du dénomina-

(¹) Télescope de 33 centimètres; grossissement, 85.

teur de $\psi(x)$, on peut mettre la valeur de C_p sous la forme d'un déterminant (¹)

$$(2)\qquad 1.2.3\ldots p C_p = \begin{vmatrix} s_1 & -1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ s_2 & s_1 & -2 & 0 & \ldots & 0 \\ s_3 & s_2 & s_1 & -3 & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ s_{p-1} & s_{p-2} & s_{p-3} & \ldots & \ldots & p-1 \\ s_p & s_{p-1} & s_{p-2} & \ldots & \ldots & s_1 \end{vmatrix}.$$

» Comme toutes les équations auxquelles appartiennent les racines α et β sont de la forme

$$x^l - 1 = 0,$$

il s'ensuit qu'en désignant par le symbole $E\left(\frac{\lambda}{l}\right)$ une quantité égale à l ou à zéro, selon que λ est multiple ou non de l, la valeur de s_λ est fournie par l'équation

$$(3)\qquad \begin{cases} s_\lambda = 1 + E\left(\frac{\lambda}{2}\right) + E\left(\frac{\lambda}{3}\right) + E\left(\frac{\lambda}{4}\right) + \ldots + E\left(\frac{\lambda}{n}\right) \\ \qquad - E\left(\frac{\lambda}{n+1}\right) - E\left(\frac{\lambda}{n+2}\right) - \ldots - E\left(\frac{\lambda}{n+\nu}\right). \end{cases}$$

» L'analyse en était à ce point-là, et il restait à faire des calculs bien longs pour obtenir le déterminant susdit. Déjà en 1876, comme on peut voir dans l'ouvrage cité, j'avais montré qu'on pouvait donner à C_p l'expression plus simple que voici :

$$(4)\qquad C_p = \sum \frac{1}{(\lambda_1)(\lambda_2)\ldots\lambda}\left(\frac{s_1}{1}\right)^{\lambda_1}\left(\frac{s_2}{2}\right)^{\lambda_2}\ldots\left(\frac{s_p}{p}\right)^{\lambda_p},$$

sous la condition

$$\lambda_1 + 2\lambda_2 + 3\lambda_3 + \ldots + p\lambda_p = p.$$

» J'ai maintenant trouvé qu'on pouvait encore simplifier davantage cette expression et la mettre sous la forme d'une puissance. On a ainsi

$$(5)\qquad C_p = \frac{1}{\pi(p)}[x^p]\left(\delta + \frac{s_1}{1}x + \frac{s_2}{2}x^2 + \frac{s_3}{3}x^3 + \ldots + \frac{s_p}{p}x^p\right)^p,$$

où par $[x^p]$ on entend le coefficient de x^p dans ce qui suit, et l'on suppose que les puissances successives de δ dans le second membre, telles que δ^i, se changent dans la factorielle $1.2.3\ldots i$.

(¹) Pour la démonstration, voir ma *Théorie des formes binaires*; Paris, 1876, chez Gauthier-Villars.

» *Exemple.* — Soient $x = 5$, $\nu = 3$, $p = 6$, on trouvera

$$C_6 = \frac{1}{720}[x^6](\delta + x + \tfrac{3}{2}x^2 + \tfrac{4}{3}x^3 + \tfrac{3}{4}x^4 + \tfrac{1}{5}x^5)^6$$

ou

$$C_6 = \frac{1}{720}\left[24.15\left(\frac{2}{5}+\frac{9}{4}+\frac{16}{9}\right)+120\left(\frac{27}{8}+\frac{9}{4}+12\right)\right.$$
$$\left.+30\left(\frac{16}{3}+\frac{19}{2}\right)+6\,\frac{15}{2}+1\right] = \frac{1}{720}4320 = 6,$$

comme cela doit être ; et en effet les combinaisons seront

(1, 2, 3), (2, 2, 2), (1, 1. 4), (0, 1, 5), (0, 3, 3), (0, 2, 4).

Une formule analogue servira à trouver le nombre des invariants indépendants de même degré appartenant à une même forme de degré n, ou alors $p = \frac{rn}{2}$. La formule sera la suivante :

$$(6) \qquad C_p = \frac{1}{\pi(p)}[x^p]\left(\delta + \frac{s_2}{2}x^2 + \frac{s_3}{3}x^3 + \ldots + \frac{s_p}{s^p}x^p\right)^p,$$

où l'on a

$$(7) \qquad \begin{cases} s_\lambda = E\left(\dfrac{\lambda}{2}\right) + E(\lambda_3) + \ldots \\ \qquad - E\left(\dfrac{\lambda}{n+1}\right) - E\left(\dfrac{\lambda}{n+2}\right) - \ldots - E\left(\dfrac{\lambda}{n+\nu}\right). \end{cases}$$

Exemple. — Supposons qu'il s'agisse de déterminer combien d'invariants quadratiques et cubiques indépendants il y a pour la forme des quadratiques. Alors on a les deux cas:

Premier cas.

$$n = 4, \quad \nu = 2, \quad p = 4;$$

Second cas.

$$n = 4, \quad \nu = 3, \quad p = 6;$$

et, pour le premier cas,

$$C_4 = \frac{1}{24}[x^4]\left(\delta + x^2 + \frac{x^4}{2}\right)^4 = \frac{1}{14}(12 + 12) = 1,$$
$$C_6 = \frac{1}{720}[x^6]\left(\delta + x^2 + x^3 + \frac{x^4}{2} - \frac{x^6}{6}\right)^6 = \frac{1}{720}(-120 + 720 - 120) = 1,$$

comme cela doit être.

» On voit ainsi que désormais on pourra faire dans quelques lignes ce qui auparavant exigeait plusieurs pages de calcul.

» Mais il y a plus : on peut même se dispenser du calcul des s_λ par les formules suivantes :

$$(8)\qquad C_p = \frac{1}{\pi(p)}[x^p]\left[\delta + \log\frac{(1-x^{n+1})\ldots(1-x^{n+\nu})}{(1-x)(1-x')\ldots(1-x^\nu)}\right]^p,$$

$$(9)\qquad C'_p = \frac{1}{\pi(p)}[x^p]\left[\delta + \log\frac{(1-x^{n+1})\ldots(1-x^{n+\nu})}{(1-x^2)\ldots(1-x^\nu)}\right]^p,$$

qui remplacent les formules (5) et (6). Ainsi, dans les deux derniers exemples, on aurait

$$C_4 = \frac{1}{24}[x^4]\left[\delta + \log\frac{1}{(1-x^2)}\right]^4 = \frac{1}{24}[x^4]\left(\pi + x^2 + \frac{x^4}{2}\right)^4 = 1,$$

$$C_6 = \frac{1}{720}[x^6]\left[\delta + \log\frac{(1-x^5)(1-x^6)}{(1-x^2)(1-x^3)}\right]^6 = \frac{1}{720}[x^6]\left(\pi + x^2 + x^3 + \frac{x^4}{2} - \frac{x^6}{6}\right)^6 = 1.$$

En général, si l'on avait à développer la fonction $\frac{\psi(x)\,\theta(x)\ldots}{\psi(x)\,\theta(x-1)\ldots}$, où les coefficients des puissances les plus élevées sont égaux à 1, le coefficient de x^p sera

$$\frac{1}{\pi(p)}\left[\delta + \log\frac{\psi(x)\,\theta(x)\ldots}{\psi(x)\,\theta(x)\ldots}\right]^p,$$

formule qui permettra de développer plus facilement bien des fonctions et donnera lieu à d'utiles transformations analytiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le téléphone*. Note de M. **Izarn**.

« J'ai installé, depuis quelques semaines, au lycée de Clermont, un téléphone dans un fil unique d'une cinquantaine de mètres, qui, traversant la grande cour du lycée, va du laboratoire de Physique, où il s'accroche à un bec de gaz, à une pièce placée près de la loge du concierge, où il s'accroche à un autre bec de gaz. Cette disposition améliore la perception des sons dans mon appareil et m'a permis de constater un fait que je crois intéressant.

» En appliquant l'oreille au téléphone, j'entends très-nettement les signaux télégraphiques Morse ou autres, qui proviennent, soit du bureau télégraphique de Clermont, soit du bureau téléphonique fonctionnant entre

l'École d'artillerie de Clermont et le polygone de tir établi à 14 kilomètres de la ville, au pied du Puy-de-Dôme. J'entends même des paroles et surtout des commandements militaires, émis dans le téléphone du polygone et destinés à être entendus à l'École. Or mon fil est absolument indépendant de ceux où circulent ces signaux, il en est même très-éloigné, et il est impossible d'invoquer pour l'explication du phénomène une induction quelconque, s'opérant entre fils attachés sur une longueur quelconque aux mêmes poteaux.

» Mais, comme les prises de terre du bureau télégraphique et de l'École d'artillerie se font à une petite distance des tuyaux de gaz, il n'est pas douteux que le phénomène ne soit dû à une dérivation de courant produite dans mon fil par l'intermédiaire du sol humide et du réseau métallique des tuyaux. Ce qui confirme cette explication, c'est que, pendant le jour, j'entends dans mon téléphone tous les grattements qui se produisent quand j'envoie mon aide installer un autre téléphone à l'autre bout du fil, et qui sont la traduction de toutes les petites variations d'intensité produites par cette opération dans le courant qui traverse le fil. Pendant la nuit, lorsque les dépêches de la station télégraphique ou de l'École se font rares ou ont cessé, on n'observe plus rien de pareil, ce qui éloigne l'idée d'attribuer le phénomène aux courants telluriques.

» Quoi qu'il en soit, l'Administration des télégraphes aurait intérêt à établir ses prises de terre à une distance aussi grande que possible des tuyaux de gaz, pour ne pas être exposée à voir ses correspondances saisies au passage, dans certains cas, par tout particulier ayant le gaz à sa disposition. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle lampe électrique à incandescence, fonctionnant à l'air libre.* Note de M. **Ém. Reynier**, présentée par M. du Moncel.

« Ma nouvelle lampe électrique à incandescence repose sur le principe suivant: Si une mince baguette de carbone, pressée latéralement par un contact élastique et poussée, suivant son axe, sur un contact fixe, est traversée entre ces deux contacts par un courant assez énergique, elle devient incandescente dans cette partie, et brûle en s'amincissant vers l'extrémité. A mesure que l'usure du bout se produit, la baguette, continuellement poussée, progresse en glissant dans le contact élastique, de manière à buter sans cesse sur le contact fixe. La chaleur développée par le passage du

courant dans la baguette est grandement accrue par la combustion du carbone.

» Des dispositifs très-simples permettent de réaliser le principe de cette lampe. Le spécimen que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie s'explique de lui-même à première inspection.

» Cet appareil donne une lumière nette et blanche avec *quatre* éléments Bunsen. Avec des sources électriques plus puissantes, on peut illuminer plusieurs lampes de ce système, et obtenir ainsi le fractionnement de la lumière électrique. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction du quartz par la voie sèche.* Note de M. P. HAUTEFEUILLE, présentée par M. Daubrée.

« Le tungstate de soude est un agent minéralisateur de la silice, puisqu'il permet, ainsi que je l'ai établi dans une précédente Note, de reproduire la tridymite. Il me reste à faire voir que ce même agent peut transformer en quartz la silice amorphe et la tridymite.

» A la température strictement nécessaire pour maintenir le tungstate alcalin en fusion, 750 degrés environ, les grains de silice amorphe disparaissent et sont remplacés par des agglomérations de bâtonnets transparents; puis, après plusieurs centaines d'heures de chauffe, on observe de doubles pyramides hexagonales, qui se colorent de nuances très-vives lorsqu'on les place entre deux Nicols croisés. Ces doubles pyramides ont tous les caractères du quartz.

» La cristallisation est tellement lente, lorsqu'on opère à 750 degrés, que ce mode opératoire a dû être remplacé par le suivant, quoiqu'il ait l'inconvénient de donner des cristaux bipyramidés mélangés de beaucoup de tridymite.

» La silice est traitée par le tungstate de soude fondu, dont on fait osciller un très-grand nombre de fois la température entre 800 et 950 degrés. Dans les périodes d'échauffement la silice se combine à la soude, dans les périodes de refroidissement la silice est précipitée par l'acide tungstique: au début de chacune des périodes de refroidissement la silice prend la forme de la tridymite; puis, dès que la température du bain est inférieure à 850 degrés environ, la silice prend la forme du quartz. Dans ces conditions, la silice amorphe disparaît en quelques heures; elle est remplacée par de très-minces lamelles de tridymite, au milieu desquelles on distingue quelques

cristaux microscopiques de quartz. Ces cristaux augmentent en nombre et croissent sensiblement lorsqu'on prolonge l'action du sel fondu. Après deux mois de chauffe, il y a à peu près autant de cristaux de quartz que de cristaux de tridymite.

» Les facettes que portent les cristaux de quartz obtenus correspondent, ainsi que les mesures goniométriques l'établissent, aux faces p, $e^{\frac{1}{2}}$, e^5, e^1 et e^2 de l'espèce quartz.

		D'après M. Des Cloizeaux.
$pe^{\frac{1}{2}}$	76°33′	76° 26′
pe	163° 9′	163° 16′

» Les faces les plus développées sont celles des deux rhomboèdres $e^5 e^1$: la double pyramide hexagonale produite par la combinaison de ces deux formes a une hauteur double de la pyramide $pe^{\frac{1}{2}}$: de là l'aspect particulier des cristaux de quartz préparés par cette méthode. Cette double pyramide ne porte aucune modification lorsque la température ne s'est pas abaissée au-dessous de 800 degrés pendant la cristallisation. Elle est quelquefois aplatie suivant l'un des axes binaires. Les faces sont très-réfléchissantes, quoique striées parallèlement aux arêtes de l'hexagone de base. La disposition des stries montre que l'accroissement de ces cristaux se fait par dépôts successifs parallèles aux faces e^5 et e^1.

» Les cristaux préparés à une température un peu moins élevée portent un plus grand nombre de faces que les précédents. Ils sont fréquemment terminés par la pyramide $pe^{\frac{1}{2}}$, qu'on est habitué à trouver sur les cristaux de quartz.

» Les facettes dissymétriques très-petites, que je crois pouvoir rapporter aux faces plagièdres x, se montrent sur des cristaux préparés dans le tungstate en surfusion. Presque tous ces cristaux sont formés de deux ou d'un plus grand nombre d'individus cristallins ayant même axe principal. Il ne m'a pas été possible de déterminer si ces groupements sont dus à une hémitropie répétée ou à l'association d'individus alternativement droits et gauches.

» Le tungstate de lithine fondu permet de préparer du quartz sous la forme de pyramides beaucoup plus aiguës que celles qu'on obtient avec le tungstate de soude. Les plus nombreuses et les plus développées sont formées par les faces $e^3 e^{\frac{7}{5}}$; elles ont quatre fois la hauteur de la pyramide $pe^{\frac{1}{2}}$.

» Enfin l'addition de l'acide borique au bain de tungstate facilite la production du quartz en fuseau et celle du prisme hexagonal e^2.

» Le quartz par voie sèche rappelle le quartz en obélisque de Chamounix; il est presque toujours fusiforme, quelquefois par suite du groupement de cristaux superposés, mais le plus souvent par l'extension considérable des faces appartenant à des rhomboèdres aigus. Les différents individus associés s'éteignent ensemble dans la lumière polarisée, bien que les contours soient très-sinueux.

» L'action de tous ces cristaux sur la lumière polarisée est très-énergique. L'extinction s'observe lorsqu'ils ont leur axe principal parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation. Les lames taillées perpendiculairement à l'axe se conduisent dans la lumière polarisée parallèle comme de très-minces lames de quartz.

» La densité de ces cristaux est supérieure à celle de la tridymite, car la densité du mélange des deux espèces, tel qu'on l'obtient dans le mode opératoire que j'ai décrit, est 2,46, nombre compris entre 2,30, densité de la tridymite, et 2,65, densité du quartz. Ce mélange est formé à peu près de parties égales de quartz et de tridymite. La séparation mécanique, effectuée par la méthode très-élégante décrite récemment par M. Thoulet, permet d'enlever la presque totalité des lames de tridymite et de porter la densité à 2,61.

» L'analyse de ces cristaux, faite au moyen de l'acide fluorhydrique, a établi que ces cristaux de silice contenaient $\frac{3}{1000}$ de soude et des traces d'acide tungstique.

» En résumé, j'ai obtenu des cristaux de silice ayant la densité et les formes polyédriques caractéristiques de l'espèce quartz. La reproduction de cette espèce peut donc se réaliser, comme celle des feldspaths, par la voie sèche, à la même température et à la faveur des mêmes agents minéralisateurs.

» J'ai montré, en outre, que, pour le quartz comme pour l'orthose et l'albite, les conditions de la cristallisation venant à changer, les formes diffèrent notablement. »

THERMOCHIMIE. — *Sur une production de chaleur par action chimique.* Note de M. T.-L. Phipson.

« Lorsqu'on tient un fragment d'hypochlorite calcique (chlorure de

chaux) devant l'orifice d'un tube étroit de verre d'où sort un courant rapide d'hydrogène sulfuré, on remarque les phénomènes suivants :

» Toute odeur d'hydrogène sulfuré disparaît à l'instant et se trouve remplacée par une forte odeur de chlore. Il se forme sur le fragment solide un très-léger dépôt de soufre, et le dégagement de chaleur est si rapide et si intense que l'on peut à peine supporter le fragment d'hypochlorite entre les doigts.

» L'acide sulfhydrique déplace donc l'acide hypochloreux, et produit du chlore par son action sur l'hypochlorite de chaux, comme le font d'autres hydracides; c'est-à-dire que l'hydrogène de ces acides est brûlé par l'oxygène de l'acide hypochloreux, tandis que le chlore de ce dernier devient libre. Dans le cas actuel, cet hydrogène est brûlé si rapidement qu'il se fait un léger dépôt de soufre jaune sur le fragment d'hypochlorite; mais la plus grande partie du soufre est brûlée, à l'état d'acide sulfurique, en même temps que l'hydrogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la vapeur d'eau sur les hydrocarbures portés à la température rouge.* Note de M. **J. Coquillion.**

« J'ai signalé, dans une Note précédente, l'augmentation de volume qui se produisait lorsqu'on faisait passer les hydrocarbures sur le fil de palladium porté au rouge avec une proportion d'oxygène insuffisante pour en opérer la combustion; il était intéressant de préciser les faits et de montrer dans quelles circonstances et entre quelles limites se produisait cette augmentation de volume.

» J'ai opéré, soit avec des gaz secs, soit avec des gaz humides, et je me suis servi avec avantage de l'appareil *carburomètre* que j'ai construit pour analyser les gaz des foyers industriels; cet appareil, qui se compose d'un volumètre gradué, terminé par un flacon aspirateur, de deux cloches avec manchons contenant des réactifs appropriés et d'un brûleur muni d'un fil de palladium, permet de faire rapidement une série d'expériences parfaitement comparables entre elles, et dont l'exactitude est suffisante pour indiquer la marche des réactions. Il est possible d'abord, en opérant sur C^2H^4 sec, de doubler son volume conformément à la formule

$$\underbrace{C^2H^4}_{4\text{ vol.}} = C^2 + \underbrace{H^4}_{8\text{ vol.}}$$

» Il faut, pour cela, faire passer très-lentement et à diverses reprises le

volume gazeux sur le fil de palladium porté au rouge presque blanc. On obtient de même le dédoublement de C^4H^4 suivant la formule

$$\underbrace{C^4H^4}_{4\ \text{vol.}} = C^4 + \underbrace{H^4}_{8\ \text{vol.}}$$

» Le charbon qui se dépose dans ce dernier cas est floconneux, tandis qu'avec le protocarbure il a l'aspect de petites parcelles de coke.

» Pour être sûr que j'opérais sur des gaz secs, j'avais eu soin de placer de l'acide sulfurique dans la cloche qui fait suite au brûleur de mon appareil, et les gaz y barbotaient avant de passer sur le fil de palladium rougi; le mesureur contenait du mercure sec.

» Si l'on répète les mêmes expériences sous l'eau ou sous le mercure humide, le volume de C^2H^4, au lieu de doubler, devient quadruple, et celui de C^4H^4 devient six fois plus grand : tout le carbone du gaz passe à l'état de C^2O^2, tandis que l'hydrogène de l'eau et celui du carbure sont mis en liberté; les formules suivantes rendent compte de cette augmentation de volume :

$$\underbrace{C^2H^4}_{4\ \text{vol.}} + 2HO = \underbrace{C^2O^2}_{4\ \text{vol.}} + \underbrace{6H}_{12\ \text{vol.}}$$

$$\underbrace{C^4H^4}_{4\ \text{vol.}} + 4HO = \underbrace{2C^2O^2}_{8\ \text{vol.}} + \underbrace{8H}_{16\ \text{vol.}}$$

» Comme le fil de palladium peut absorber de l'hydrogène même au rouge, il est bon de faire plusieurs expériences consécutives et de laisser dans le brûleur de l'appareil les gaz des opérations précédentes : on obtient ainsi des résultats qui concordent bien avec la théorie; on observe en outre, lors du passage des gaz sur le fil de palladium, un abaissement de température indiquant qu'il y a absorption de chaleur quand la réaction s'opère.

» Cette transformation des hydrocarbures en présence de la vapeur d'eau se produit aussi bien lorsqu'ils sont mélangés d'azote, d'acide carbonique, d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, ainsi que je l'ai observé par une série d'expériences où j'opérais en présence de ces gaz. J'ai considéré ensuite le cas où la proportion d'oxygène était insuffisante pour brûler complétement les hydrocarbures : il y a dans ce cas formation d'oxyde de carbone, d'hydrogène, de vapeur d'eau et d'acide carbonique; quand l'oxygène diminue, l'oxyde de carbone augmente, et, dans le cas contraire, c'est l'acide carbonique.

» Si l'on prend 12 volumes d'oxygène et 8 volumes de protocarbure, la réaction se passe sensiblement suivant la formule

$$2C^2H^4 + O^{12} = C^2O^2 + C^2O^4 + 6HO + H^2,$$

comme le confirme l'analyse suivante, qui est une moyenne de plusieurs autres :

Air	60
C^2H^4	8
Après Pd	56
Après KO	52
Après CuCl	48

» Ajoutant de l'air, pour déterminer H, on trouve, pour ce dernier gaz, 4 volumes sensiblement.

» Si la proportion de carbure augmente, la quantité d'oxygène restant constante, la combustion se passe en deux phases : dans la première phase, qu'on limite en faisant passer rapidement deux ou trois fois le gaz sur la spirale de palladium au rouge, la réaction se passe comme ci-dessus ; dans la seconde phase, le carbure non brûlé se décompose en présence de la vapeur d'eau. Avec volumes égaux d'oxygène et de protocarbure, on a sensiblement :

Première phase	$2C^2H^4 + O^{12} = C^2O^2 + C^2O^4 + H^2 + 6HO$
Seconde phase	$C^2H^4 + 2HO = C^2O^2 + H^6$

Quand on opère sous l'eau ou sous la potasse et qu'on observe le volume seulement après la seconde phase, on voit qu'il est resté le même ; en effet, C^2O^4 étant absorbé, il reste 24 volumes de part et d'autre.

» J'ai répété ensuite les mêmes expériences sur le gaz C^4H^4, et je suis arrivé à des résultats analogues, mais qui sont toutefois moins nets : le dépôt de carbone se produit plus facilement et les deux phases de combustion se confondent plus ou moins ; il est possible toutefois de les limiter et d'obtenir des résultats comparables, qui montrent que l'oxygène est d'abord employé à la combustion, que le carbure d'hydrogène se décompose ensuite, et qu'enfin le carbone déposé peut à son tour se transformer en oxyde de carbone et hydrogène en présence de la vapeur d'eau : telle est la marche des réactions qui se produisent.

» Ces faits paraissent se généraliser pour les hydrocarbures, car l'acé-

tylène, dans les mêmes conditions, présente également deux phases dans sa combustion; il augmente de volume en présence de la vapeur d'eau : toutefois le dépôt de charbon se produit plus facilement encore que dans le cas du bicarbure d'hydrogène.

» Ces réactions mettent en lumière le rôle des hydrocarbures dans les hauts-fourneaux; elles nous montrent l'influence de la vapeur d'eau, qui facilite leur dissociation tout en produisant un abaissement de température, qui vient s'ajouter à celui qui est produit par la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

» J'ajouterai enfin que ces expériences viennent confirmer celles de M. Schützenberger, qui a montré que par l'étincelle électrique les carbures d'hydrogène en présence de la vapeur d'eau produisaient de l'oxyde de carbone, ainsi que celles que se propose de publier M. Castel, qui a opéré dans des conditions à peu près analogues. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la répartition des sels dans le sol.* Note de M. **H. Pellet.**

« Dans un discours prononcé au Congrès agricole et sucrier de Compiègne de 1877, M. Joulie a appelé l'attention des cultivateurs sur la manière différente dont se répartissaient divers sels dans la terre. Il a classé les sels en deux groupes : les *sels grimpants* et les *sels descendants*.

» Ce savant n'avait mentionné spécialement à ce point de vue que le nitrate de soude, le nitrate de potasse et le sulfate d'ammoniaque. Avec son assentiment, nous avons étendu cette étude à un grand nombre de sels minéraux pouvant être appliqués à l'Agriculture et nous donnons ci-après un tableau résumant nos essais.

» Pour nos expériences, nous avons disposé dans des éprouvettes une couche de sable, ayant environ $0^{m},16$ de hauteur et $0^{m},03$ de diamètre. Avec le sable on mettait généralement 2 pour 100 du sel examiné, tel qu'il se trouve le plus ordinairement, cristallisé, sec ou humide. Le tout était additionné de 20 pour 100 d'eau distillée. La durée de l'expérience était de trente-six heures.

» Les essais ayant été exécutés au mois de juillet 1877, l'évaporation à l'air a été assez rapide. L'expérience terminée, à l'aide d'une sonde, on prélevait la moitié de la couche dite *couche supérieure*. On l'analysait à part, ainsi que le restant, dit *couche inférieure*.

	SELS DE POTASSE. Couche		SELS DE SOUDE. Couche		SELS DE CHAUX. Couche		SELS D'AMMONIAQUE. Couche	
	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.
Carbonate .	1,2	1,5	1,36	0,87	»	»	»	»
Sulfate....	1,3	0,60	0,95	0,56	»	»	1,36 1,70	1,66 1,22
Chlorure..	2,3	0,73	2,00	0,66	0,75	1,21	2,73	0,2
»	2,1	1,10	»	»	»	»	»	»
Azotate ...	2,1	0,90	1,65	0,82	3,03	0,946 (1)	1,31	1,85
Phosphate.	2,2	1,01	1,29	0,45	2,045	1,545 (2)	2,4	0,73

» Pour les sels de magnésie, le chlorure ne donne pas sensiblement de différence dans toute la hauteur de la couche. Le sulfate a donné :

Couche supérieure..................	0,79
Couche inférieure....................	0,64

» On remarque déjà, d'après ce tableau :

» 1° Que la plus grande partie des sels est *grimpante;*

» 2° Que les sels qui tendent à descendre sont spécialement les sels déliquescents, carbonate de potasse, chlorure de calcium, sauf cependant l'azotate de chaux, remarquable au point de vue de l'*ascension.*

» La grosseur du grain composant le sol a une certaine influence.

» Dans trois éprouvettes, on a mis :

1°	Du calcaire passé au tamis	n° 7 à 8	(gros);
2°	»	»	n° 15	(moyen);
3°	»	»	n° 25	(fin).

» Dans chaque éprouvette on a ajouté 2 pour 100 de chlorure de potassium et 20 pour 100 d'eau. Après deux jours à l'étuve à 40 degrés, on a trouvé :

	Couche	
	inférieure.	supérieure.
1...............................	1,3	1,8
2...............................	1,5	0,9
3...............................	1,3	1,3

» Avec le grain fin l'évaporation a été peu considérable; avec le grain

(1) Pris 5 centimètres cubes d'azotate saturé.

(2) Pris 5 grammes de sel pur humide.

assez grossier l'eau ajoutée s'est réunie peu à peu au fond de l'éprouvette, entraînant une partie du sel; enfin, avec de très-gros grains, l'évaporation a été rapide et le grimpage a eu lieu.

» 3° Il est donc évident que la nature du terrain (la grosseur, la teneur en humidité, le tassement, etc.) influencera le grimpage des sels.

» *Autre expérience.* — Dans une éprouvette on a mis de la terre lavée et séchée, environ $0^m,28$ de haut, $0^m,42$ de diamètre, additionnée de 2 pour 100 de chlorure de potassium et de 20 pour 100 d'eau.

» Après quelques jours, on a constaté une grande quantité de sel à la partie supérieure et un excès d'humidité à la partie inférieure. La hauteur totale de la terre a été divisée en quatre couches.

	Chlorure de potassium pour 100.
1. Couche supérieure	2,62
2. » suivante	1,20
3. » suivante	1,70
4. » inférieure	2,40

» 4° On voit donc que, dans un même terrain, suivant la dose d'humidité, une partie des sels peut être entraînée et que, si l'évaporation à la surface se continue, le grimpage aura lieu à nouveau. Les couches extrêmes de la partie perméable du terrain se trouveront les plus riches en substances fertilisantes, les intermédiaires étant appauvries, soit par le grimpage, soit par l'excès d'humidité.

» On conçoit de suite l'importance du phénomène dit *grimpage* pour les expériences agricoles. Pour ne citer qu'un fait, nous dirons que M. H. Vilmorin, dans ses remarquables études sur la germination des graines de betteraves, a constaté l'influence fâcheuse d'un excès de superphosphate de chaux.

» Or notre tableau indique le superphosphate de chaux comme un sel très-grimpant : par conséquent, après quelques jours d'expériences, ce sel peut remonter à la surface du sol et augmenter considérablement la proportion de superphosphate de chaux pour 100 grammes de terre; le mélange devient nuisible à la germination, lors même que la dose du sel à essayer ne l'aurait pas été, et en supposant le sel fixe.

» Enfin, dans les expériences sur l'influence des engrais, il y aurait lieu avant tout de déterminer, pour une hauteur de $0^m,30$ à $0^m,40$ par exemple, la dose de plusieurs éléments utiles pour 100 grammes de terre, et de renouveler ces essais après cinq ou six mois, temps correspondant à une vé-

gétation, sans mettre de plantes ni de racines. On verrait ainsi, en expérimentant plusieurs engrais, ce qu'ils deviennent dans le sol. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la recherche de l'ozone dans l'air atmosphérique.* Note de M. G. **Daremberg**, présentée par M. Wurtz.

« Pendant l'hiver qui vient de s'écouler, nous avons fait à Menton quelques recherches sur le procédé actuellement employé pour doser l'ozone dans l'air atmosphérique. Dans ce but, nous avions établi quatre postes d'observations dans les différentes parties de cette station.

» Le premier poste était placé à 10 mètres de la mer, dans le jardin de la pension américaine. Le deuxième était installé immédiatement derrière le premier, à 40 mètres de la mer et au même niveau, dans le jardin de la villa Reyder. Le troisième avait été placé à 150 mètres du bord de la mer, à quelques mètres au-dessus de ce niveau et derrière les deux premiers postes, sur la terrasse de la villa Saint-Benoît. Enfin le quatrième était placé à la villa Helvetia, à 150 mètres du bord de la mer et à une hauteur d'une quarantaine de mètres. Les trois premiers postes étaient situés dans le baie occidentale, le dernier était seul dans la baie orientale.

» Dans tous les postes l'ozone était recherché par le papier Jame, de Sedan, et avec les précautions indiquées par M. Bérigny. Nous avions en outre à notre disposition un ozonographe enregistreur, identique à celui qui est employé à Montsouris.

» Dès le début de nos observations, nous avons remarqué que les papiers ozonoscopiques étaient extrêmement peu impressionnés au bord de la mer, tandis que, à 30 mètres au delà, l'impression était bien supérieure. Voici les chiffres de l'échelle ozonoscopique trouvés pendant les dix premiers jours du mois de février au bord de la mer, et à 30 mètres plus loin.

Au bord de la mer.	A 30 mètres du premier poste.
0	14
7	14
9	14
7	9
4	10
0	12
0	14
0	8
4	18
10	18

» Dans le troisième observatoire (villa Saint-Benoît), on trouve, en général, moins d'ozone que dans le deuxième (villa Reyder), et plus dans le quatrième observatoire (villa Helvetia) que dans le troisième.

» Nous nous sommes demandé quelle était la cause de ces différences. Nous avons vu que chaque jour le papier ozonoscopique exposé au vent était plus impressionné que celui qui en était abrité. Mais le vent ne pouvait être mis seul en cause pour expliquer ces grandes différences; car, même lorsqu'il y avait plus de vent au bord de la mer que dans les autres postes, le poste du bord de la mer donnait toujours les papiers les moins impressionnés. Après avoir constaté que l'état hygrométrique et la pression barométrique n'avaient aucune influence sur les variations, nous avons vu que celles-ci sont dues en grande partie à de graves imperfections du procédé usuel; aussi pouvons-nous affirmer que ce mode d'investigation ne peut donner aucun renseignement utile.

» Tout d'abord il ne donne pas les sommes d'ozone qui se produisent graduellement. Quand le papier a été impressionné par une première couche d'ozone, sa faculté d'impressionnabilité diminue pour les couches suivantes. On vérifie ce fait en multipliant les différents modes d'observation; nous mettons le 20 mars un papier, qui donne :

De 9^h M. à 6^h S.	5	(en une observation)
De 9^h M. à 1^h S.	6	8 (en deux observations)
De 1^h S. à 6^h S.	2	

» Des papiers retirés d'heure en heure donnent, en les additionnant :

De 9^h à 1^h	$2+3+3+5 = 13$	19 (en deux observations)
De 1^h à 6^h	$2+4+0+0+0 = 6$	

» En outre, ces papiers ne donnent même pas la quantité maxima d'ozone développée à un moment de la journée. En retirant les papiers d'heure en heure, nous trouvions bien souvent l'un de ces chiffres supérieur au chiffre donné par le papier laissé vingt-quatre heures en expérience.

» Et, en effet, nous avons reconnu que, dans l'air, il existe, surtout au bord de la mer, un ou plusieurs éléments qui empêchent l'impression ozonoscopique de se développer et qui la détruisent après qu'elle s'est produite. Voici un exemple qui prouvera le premier fait. Un papier placé dans le deuxième poste donne :

Du 28 février 9^h M. au 1er mars 9^h M.	4
Du 28 février 9^h M. au 1er mars 6^h S.	0
Du 28 février 6^h S. au 1er mai 9^h M.	8

» Dans les premières heures de l'observation, il s'est produit un élément indéterminé qui a empêché l'ozone produit plus tard de faire naître la réaction ozonoscopique.

» Nous avons vérifié bien souvent le second fait. Ainsi nous faisions placer dans le premier poste des papiers influencés dans le deuxième et nous ne tardions pas à les voir se décolorer complétement, qu'il y eût du vent ou non. En outre, dans le deuxième poste, des papiers influencés à une certaine heure étaient décolorés quelques heures après, et même quelquefois moins d'une heure après; puis ils s'influençaient de nouveau, et cela plusieurs fois de suite [1].

» Ainsi nous pouvons déduire de l'ensemble de ces expériences que :

» Dans l'air il existe un ou plusieurs éléments qui empêchent l'impression ozonoscopique de se développer et qui la détruisent après qu'elle s'est produite;

» Le papier ozonoscopique n'est pas influencé proportionnellement aux sommes d'ozone qui se développent progressivement;

» Le papier est fort peu impressionné au bord de la mer, mais l'influence augmente avec le vent;

» Il n'y a aucun rapport entre l'impression ozonoscopique et la pression barométrique; aussi est-il absolument inutile de continuer les recherches ozonoscopiques et, quant aux expériences à faire avec l'ozonographe, elles devront être effectuées avec un instrument qui laissera la tranche de papier exposée à l'air libre seulement pendant quelques minutes, pour que les modifications atmosphériques y soient représentées fidèlement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Lésions graves du plexus brachial produites par les manœuvres de dégagement du tronc après l'expulsion de la tête. Modifications de la contractilité électro-musculaire. Importance de ces modifications pour le diagnostic et le pronostic.* Note de MM. **Bailly** et **Onimus**, présentée par M. Vulpian.

« Dans un accouchement laborieux, chez une femme à bassin dirigé très-obliquement en arrière, et dont l'enfant, très-gros, offrait surtout une

---

[1] Presque toutes ces observations ont été faites dans le deuxième poste par mesdemoiselles Marie et Marthe Everearts, qui ont étudié avec le plus grand soin la marche de ces décolorations et les différentes causes d'erreurs du procédé ozonoscopique; je suis heureux

largeur exceptionnelle des épaules, M. Bailly, pour achever l'accouchement, a été forcé d'aller dégager l'épaule postérieure avec le doigt porté dans l'aisselle; par suite de cette manœuvre, comme cela arrive quelquefois, il y a eu aussitôt une paralysie d'un grand nombre des muscles du bras. Cette paralysie a été soignée dès le troisième jour par M. le Dr Onimus, qui a pu observer des faits très-curieux et peu connus au point de vue de la contractilité électro-musculaire.

» Les muscles complétement paralysés étaient le deltoïde, le sous-épineux, le biceps et le brachial antérieur, et ces muscles ne répondaient absolument pas à l'excitation des courants induits, tandis qu'ils se contractaient sous l'influence des courants continus. De plus, comme pour certains cas de paralysie périphérique et surtout pour la paralysie faciale, non-seulement les courants continus déterminent des contractions, alors que les courants induits n'en donnent pas, mais le courant peut être moins fort que pour les mêmes muscles homologues sains. En même temps, les contractions avec les courants continus sont plus marquées près du pôle positif que près du pôle négatif, ce qui est le contraire de l'état normal.

» Ces phénomènes permettent d'affirmer à coup sûr que les filets nerveux sont détruits jusqu'à leur extrémité musculaire, et qu'il y aura une période de contracture qui surviendra au moment où apparaîtront les premiers mouvements volontaires. L'absence complète de contractilité par les courants induits, en même temps que la persistance et même l'exagération de la contractilité par les courants continus, est une preuve irrécusable de ce que M. Onimus avait déjà indiqué autrefois, à savoir que la fibre musculaire ne se contracte, sous l'influence des courants induits, que par l'intermédiaire des filets nerveux. L'expérience classique, avec le curare, faite par Claude Bernard, indique donc uniquement que les troncs nerveux sont paralysés par ce poison; mais comme, après cet empoisonnement, l'excitation électro-musculaire se fait encore par les courants induits, appliqués directement sur le muscle, il est probable que les éléments nerveux terminaux ne sont pas atteints par ce poison.

» Deux mois après la déchirure du plexus brachial, la contractilité électro-musculaire présente alors ce phénomène curieux que les courants induits ne donnent toujours aucune contraction, et que l'irritabilité par les courants continus a beaucoup diminué. Aussi, si l'on avait eu à examiner l'enfant

---

de pouvoir leur adresser mes remercîments, ainsi qu'à MM. de Lalande, Guiraud et Charles Darand, qui ont bien voulu m'aider dans ces patientes recherches.

à cette époque pour la première fois et sans avoir pu suivre dès le début cette paralysie, on eût pu croire que le tissu musculaire était complétement détruit.

» On peut dire, au contraire, que cette diminution de l'excitabilité galvano-musculaire, arrivant après l'augmentation de cette même excitabilité, même sans le retour de l'excitabilité farado-musculaire, est un signe favorable, car en même temps apparaissent quelques mouvements volontaires. C'est pour des cas analogues de paralysies traumatiques que Duchenne, de Boulogne, qui, il est vrai, ne s'était pas servi des courants continus, a pu avancer qu'il pouvait y avoir retour de la contraction volontaire sans qu'on puisse déterminer de contractions par les courants électriques.

» Aujourd'hui, après une période de contracture de moyenne intensité, ou de *contracturie* (diminutif de contracture), les mouvements volontaires sont revenus pour tous les muscles paralysés. Ils sont seulement plus limités et un peu lents. La contractilité est également revenue pour les courants induits; mais elle reste toujours moins marquée qu'à l'état normal.

» Pendant les premières semaines du traitement, alors que l'on faisait une séance d'électricité tous les jours, le bras paralysé, qui était électrisé, avait très-notablement augmenté de volume.

» Si cette paralysie a été, dans ce cas, si notablement améliorée, cela tient à deux causes : la première est l'emploi des courants continus, et la seconde, d'ailleurs aussi importante, est l'emploi de ce traitement dès les premiers jours de l'affection. Presque toujours on attend trop longtemps, et nous ajouterons encore que, contrairement à une opinion très-répandue, les enfants supportent très-bien les courants électriques et même souvent mieux que les adultes. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie.* Note de M. **V.-H. Hermite.**

« Afin de se rendre mieux compte des mouvements secondaires du sol, auxquels nous attribuons l'architecture des montagnes ainsi que celle de la périphérie des bassins, nous examinerons encore l'affaissement du remblai et le surgissement correspondant de l'îlot dont nous avons été témoins.

» Supposons que, au lieu de suspendre les travaux pour donner au terrain le temps de reprendre de la consistance, on ait continué de remblayer et que, pendant ce travail, l'action des vagues et du courant de la rivière

ait produit une ablation sur les flancs de l'îlot, tout en respectant son plateau, le poids du nouveau remblai, au lieu d'exercer comme le précédent son action sur l'ensemble de l'îlot pour le soulever, portera son effort sur la zone affaiblie des flancs qu'il soulèvera; la zone intacte du plateau, n'étant plus soutenue, s'affaissera et contribuera à soulever dans son voisinage la zone des flancs déjà mise en mouvement.

» Il ne paraît pas impossible de vérifier expérimentalement, sur une échelle réduite, ces mouvements, en opérant sur un terrain factice dont la cohésion serait diminuée jusqu'à une limite suffisante. On obtiendrait ainsi une démonstration du mécanisme de ces vastes et singulières vallées d'effondrement, si fréquentes dans les groupes montagneux.

» Les considérations précédentes peuvent s'appliquer à la partie émergée d'un bombement géogénique, car l'atmosphère et la mer produisent une ablation sur la zone des flancs, tandis que la zone du plateau reste intacte, protégée qu'elle est par les neiges qui la couvrent et par les pentes insensibles qui la caractérisent.

» Il est très-important de connaître la forme de l'ablation produite par ces deux agents détritiques, car c'est d'elle que dépendent les traits principaux de l'orographie des bassins.

» Les eaux, en s'écoulant par les lignes de plus grandes pentes, créent peu à peu la courbe du lit le plus stable en accommodant le sol à leurs cours, après avoir dû s'accommoder au sol; cette courbe, qui convient le mieux à l'écoulement d'un liquide dans lequel le volume du courant s'accroîtrait à raison de la distance parcourue, présente une pente sensiblement continue, qui augmente à mesure qu'on s'élève. Elle est concave vers le ciel, et elle se relève rapidement vers le plateau (SURELL, *Torrents des Alpes*). C'est la courbe, bien connue des topographes, qui représente le profil en long des cours d'eau. Il résulte de la forme de cette courbe que la profondeur de la dénudation augmente jusqu'à la distance du plateau où la courbe se relève rapidement et que les strates doivent montrer leurs affleurements par ordre d'ancienneté, en commençant par les plus récents. Il en résulte aussi que les affleurements des étages d'une formation doivent, à égalité d'épaisseur, montrer leurs projections horizontales, comme formant une suite de bandes parallèles d'autant moins larges que leur altitude est plus grande. Ces déductions géométriques correspondent, sous le rapport de la planimétrie, aux indications des cartes géologiques.

» Sous le rapport du relief, il y a aussi concordance avec les faits observés, si l'on ne tient compte que de l'ablation produite par l'atmosphère; il est

donc nécessaire de démontrer que l'action détritique de la mer peut être négligée et qu'elle n'introduit pas de modifications dans l'équilibre des forces qui résulte de l'action atmosphérique.

» La mer ronge son rivage et, en le faisant reculer, produit des terrasses sous-marines dont les pentes douces et réglées entourent les continents et les îles. Ces terrasses se terminent au large par une pente rapide qui les a fait comparer à un socle qui supporterait les terres émergées (DELESSE, *Lithologie*). Comme l'action des vagues s'atténue rapidement avec la profondeur, on ne peut guère s'expliquer la continuité de la pente de ces terrasses, jusqu'à des profondeurs qui atteignent 200 mètres, que par une élévation progressive du niveau de la mer correspondant au remplissage des bassins aux dépens de leurs parois. S'il en est ainsi, le volume de l'eau située au-dessus du niveau d'un point quelconque d'une terrasse représenterait celui du terrain moderne accumulé dans les mers depuis l'époque où ce point appartenait au rivage ; et les variations de la profondeur indiqueraient des variations correspondantes dans les accumulations sédimentaires, ainsi que dans la grandeur de l'ablation qui en est la contre-partie. Dans cet ordre d'idées, la pente rapide qui termine les terrasses serait l'indication d'une accumulation de dépôts qui aurait fait monter rapidement le niveau des eaux. A cette accumulation correspondrait une période d'une grande activité détritique, qui ne peut provenir de l'action de la mer sur son rivage, car cette dernière action doit conserver une grande uniformité tant que la nature des roches attaquées ne change pas. On est ainsi conduit à attribuer à l'action de l'atmosphère la production de ces dépôts exceptionnels, ainsi que l'ablation qui lui correspond sur les terres émergées. Cette ablation considérable *ayant précédé* la formation des terrasses par la mer, nous devons négliger cette action de la mer sur le rivage et sur la zone étroite de l'agitation des flots.

» On arrive d'ailleurs à la même conclusion par la comparaison de l'érosion à la surface du sol et sous la mer qui a été faite par M. Delesse (*Lithologie*, p. 138) et dont le résultat montre bien que l'atmosphère dégrade plus rapidement les roches que la mer elle-même, malgré sa grande puissance de destruction. Si, à notre époque, l'action de l'atmosphère paraît amoindrie, cela tient à ce que les terres ont pris la forme qui leur permet de mieux résister à l'érosion. On aurait donc pu, à la rigueur, ne pas s'occuper des terrasses sous-marines, mais les considérations qu'elles ont fait naître peuvent être utiles pour simplifier la solution de plusieurs questions de Mécanique terrestre.

» Maintenant, si l'on étudie les différentes circonstances qui peuvent se présenter dans une oscillation géogénique qui aurait élevé jusqu'aux neiges persistantes, depuis le fond de la mer, une zone de terrain dénudée ou manquant de dépôts par l'influence des courants sous-marins, on remarque tout d'abord qu'il s'est produit des variations de vitesse dans les diverses périodes de ce mouvement oscillatoire. Ainsi la vitesse, très-faible au début à cause de l'inertie, grandit progressivement et acquiert sa plus grande valeur dans la partie médiane de son mouvement, qui correspond précisément à la période d'émergement du plateau. Cette circonstance favorise l'exondation du plateau qui reste moins longtemps exposé à l'action de la mer. La zone des pentes émerge ensuite, avec une vitesse dont la grandeur décroît progressivement jusqu'à devenir nulle. Le temps employé pour l'accomplissement de cette dernière période de l'oscillation peut être très-considérable, à raison de l'immensité es dmasses en mouvement; il peut dépasser de beaucoup celui qui est nécessaire pour déterminer, sur des pentes nouvellement exondées, une ablation qui a produit les mouvements secondaires dont nous nous occupons. Le bombement de la zone des flancs et l'effondrement de celle des plateaux peuvent donc accompagner le mouvement général d'oscillation, en vertu du principe de la simultanéité des mouvements, et créer une nouvelle surface qui peut subir une nouvelle ablation et devenir le théâtre de nouveaux mouvements secondaires, avant la fin de l'oscillation géogénique.

» La série de ces mouvements secondaires apporte une certaine complication dans l'ordonnance des aspérités montagneuses; mais il est peut-être possible d'en démêler les grandes lignes en faisant usage d'abord de notre seconde proposition fondamentale, qui semble établir que les premiers mouvements sont plus grands que les suivants, et ensuite du principe de la coordination de ces lignes avec celles des vallées longitudinales d'effondrement, que nous espérons démontrer dans une prochaine Note, si l'Académie nous le permet. »

M. Chasles a l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. le prince *B. Boncompagni*, les livraisons de février, mars et avril 1878, du tome XI du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Il signale, dans la première, la seconde partie du Mémoire fort étendu de M. Elie Millosevich, sur les travaux de Giovanni Santini, suivi d'une annonce de très-nombreuses publications scientifiques récentes. Le numéro de mars contient la reproduction en langue italienne, par M. l'in-

génieur Biadego, d'une histoire du *Principe de la moindre action*, écrite en allemand, par le Dr Adolphe Mayer ; puis la reproduction en langue italienne, par le Dr A. Sparagna, d'un Rapport de Massimiliano Curtze, fait à la Société copernicienne des Sciences et Arts de Thorn. On trouve, dans la livraison d'avril, un travail de M. Maurice Cantor sur la correspondance de Lagrange et Euler, reproduit par le professeur Antonio Favaro ; puis l'annonce des publications scientifiques récentes en toutes langues.

M. **Th. Stanecki** adresse une Note contenant la description de plusieurs expériences électromagnétiques, effectuées à l'aide d'un aimant flottant sur l'eau.

M. **Gazan** adresse une Note intitulée : « Sur la constitution physique du Soleil, sur les taches et les protubérances solaires ».

MM. **Liveing** et **Dewar** adressent une Note sur le renversement des raies des vapeurs métalliques.

M. **Guillon** adresse une Note relative à une opération de lithotritie pratiquée à l'aide de son brise-pierre.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 1er avril 1878.)

Page 831, ligne 3, *au lieu de* $C^{18}H^8O^5$, *lisez* $C^{18}H^8O^4$.
» ligne 21, *au lieu de* $C^{18}H^8O^6$, *lisez* $C^{18}H^8O^4$.

(Séance du 6 mai 1878.)

Page 1122, ligne 8 en remontant, *au lieu de* signe, *lisez* signal.
Page 1124, ligne 6 en remontant, *lisez*.......... Déclinaison + 6° 2′.
» ligne 7 » *lisez*.......... Déclinaison + 5° 50′.
» ligne 8 » *lisez*.......... Ascension droite $16^h 6^m 28^s$.

AVRIL 1878. **OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES**

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol sans abri.	à 0m,20 (midi).	à 0m,30 (midi).	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE ENREGISTREUR.	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (sans correction locale).	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	pll	mg
1	735,2	3,4	8,0	5,7	– 2,5	4,5	.	.	9,2	6,0	6,0	.	.	9,3	2,7	.	0,3
2	741,3	– 0,9	11,7	5,4	– 3,4	4,7	4,6	26,0	8,6	5,4	5,7	5,1	80	0,3	2,7	38,5	0,7
3	747,5	2,3	12,9	7,6	– 1,1	7,1	7,2	14,2	7,6	5,7	5,9	7,1	94	10,3	1,5	–28,3	0,8
4	751,0	4,8	13,4	9,1	0,0	8,1	7,5	31,4	13,7	7,0	6,7	6,4	83	3,2	1,3	30,7	0,5
5	753,2	3,3	14,0	8,7	– 0,6	7,6	.	.	11,5	7,5	7,3	.	.	0,5	2,3	.	0,5
6	758,5	0,2	14,1	7,2	– 2,8	7,2	.	.	11,3	7,2	7,3	.	.	.	2,8	.	0,2
7	756,9	2,1	15,1	8,6	– 1,3	8,9	9,1	50,8	11,0	7,3	7,4	4,3	54	.	5,9	53,9	0,1
8	751,0	4,1	17,7	10,9	1,1	10,5	10,2	49,4	14,1	7,9	7,8	.	.	.	5,9	29,4	0,1
9	749,8	4,6	14,7	9,7	0,1	9,6	9,3	27,6	11,3	8,7	8,6	4,6	53	.	4,5	21,2	0,2
10	751,5	7,0	17,2	12,1	2,7	11,6	11,1	26,5	14,3	9,0	8,8	8,6	83	10,6	2,0	17,6	0,2
11	754,2	11,1	13,8	12,5	3,1	10,9	9,4	9,8	14,0	10,3	9,8	9,1	100	4,5	0,0	18,8	0,2
12	756,6	6,3	16,4	11,4	2,1	11,0	10,9	50,7	15,1	9,9	9,7	6,9	74	0,1	3,5	42,5	0,1
13	757,6	3,6	19,0	11,3	1,6	11,4	11,4	56,6	14,0	9,9	9,8	6,7	69	.	3,2	40,6	0,1
14	756,5	6,2	21,6	13,9	4,1	14,8	15,6	43,9	15,8	10,7	10,5	6,5	57	.	5,1	28,5	0,2
15	756,5	10,0	24,3	17,2	7,5	17,5	17,6	44,2	19,1	11,9	11,5	8,7	63	0,2	4,4	45,4	0,2
16	751,3	12,1	19,4	15,8	6,0	14,6	13,9	42,5	19,0	13,2	12,7	9,6	81	3,4	2,3	17,4	0,2
17	751,1	9,0	16,9	13,0	3,2	11,4	10,4	22,5	17,3	12,8	12,5	7,9	83	7,4	1,6	–36,4	0,8
18	751,1	7,3	15,9	11,6	2,0	11,7	11,9	41,7	16,7	12,1	12,0	7,8	79	.	2,0	38,2	1,0
19	750,6	8,8	18,6	13,7	3,5	13,0	12,5	18,9	15,6	12,1	12,0	10,1	92	7,9	1,2	2,5	1,1
20	745,3	10,6	17,2	13,9	3,1	12,5	11,7	31,1	16,7	12,4	12,2	8,6	84	1,3	1,6	16,0	1,0
21	749,5	6,3	17,1	11,7	0,7	11,2	10,8	27,1	15,3	11,7	11,7	7,4	79	.	1,8	20,4	0,9
22	751,3	4,8	18,1	11,5	0,4	12,0	11,9	51,2	14,6	11,5	11,5	7,0	76	0,0	2,1	16,8	1,1
23	742,8	7,1	18,9	13,0	1,6	11,8	11,0	35,3	15,0	12,3	12,2	8,2	82	0,1	1,8	17,3	1,0
24	742,9	7,7	19,2	13,5	2,2	12,7	12,1	37,3	18,6	12,3	12,2	8,3	80	.	1,8	6,1	1,0
25	745,2	9,1	17,1	13,1	1,8	11,8	11,3	24,4	15,2	12,7	12,5	8,8	86	0,5	1,9	13,2	0,4
26	752,1	7,0	13,4	10,2	– 1,1	9,4	9,4	16,3	11,7	12,4	12,4	7,0	78	0,9	3,2	16,8	.
27	757,2	4,3	15,3	9,8	– 1,7	9,7	10,7	21,1	12,8	11,3	11,5	6,3	68	0,0	4,4	21,7	0,4
28	757,7	6,5	20,7	13,6	2,4	13,6	13,8	54,5	17,7	11,3	11,3	8,1	73	.	2,6	30,8	0,3
29	751,8	8,0	19,3	13,7	2,2	13,9	14,1	21,8	13,7	12,3	12,2	9,3	79	0,4	2,0	23,2	0,2
30	748,2	12,1	22,4	17,3	5,8	14,8	14,5	25,7	21,0	13,1	12,8	10,9	90	24,0	1,0	2,7	0,6

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyenne des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. AVRIL 1878.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.)	Inclinaison. (Fortification.)	Intensité horizontale. (Parc.)	Intensité totale. (Parc.)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante.	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(28)	(25)	
	o ′	o ′				km	kg			
1	17. ..	.	.	.	SW à NW	26,4	6,6	W ¼ NW	.	Pluies intermittentes jusqu'à 8h matin.
2	6,0	65.33,7	1,9318	4,6499	SW à WNW	16,6	2,6	WSW	5	Gelée blanche; pluie vers le milieu du jour.
3	4,2	34,9	9302	6497	SW	30,5	8,8	W *k*	10	Cont. pluv., surtout de 8h 15m m. à 12h 15m et depuis 9h30m s. jusqu'à 5h30m m. le 4.
4	4,8	33,8	9310	6485	Très-variable	9,1	0,8	NW à SW	7	
5	.	.	.	.	WNW	9,9	0,9	WSW	.	Ondée à 5h30m soir; nuit sereine et rosée.
6	.	.	.	.	N à E	9,3	0,8	NNE	.	Généralement beau; gelée blanche le matin.
7	4,8	31,7	9316	6437	ENE	25,8	6,3	W *k*	2	Nombreux cirrhus.
8	4,2	32,3	9312	6445	E	25,8	6,3	SW *k*	5	Variable; cirrhus et cirrho-cumulus.
9	3,5	32,2	9317	6452	E ¼ NE	21,3	4,3	SSE	9	Cirrhus épais, halos.
10	4,0	32,4	9313	6450	SE	17,0	2,7	S	10	Pluvieux mat. et s., surtout depuis 4h15m s.
11	3,4	32,1	9316	6450	S à W et NW	11,6	1,3	NW	9	Cont. pluv., surt. jusq. 11 h 45 m. et de 12 h 45 à 8 h 25 s.
12	4,4	31,9	9318	6446	NW à NE et SE	14,0	1,9	NE	3	Pluie cessant le matin. Découvert le soir.
13	3,8	31,4	9319	6434	SSE	8,3	0,6	N *k*	4	Cirrhus et cirrho-cumulus.
14	4,4	31,1	9314	6415	S	10,3	1,0	WSW *k*	6	Ciel variable, rosée le matin.
15	.	30,2	9323	6409	S à SW et NW	6,6	0,4	SW	7	Gouttes de pluie le soir et éclairs.
16	.	31,8	9305	6413	SW	21,7	4,4	SW	8	Pluie le matin et le soir avec éclairs.
17	2,1	32,0	9306	6422	W à SW et NW	15,9	2,4	W	9	Pluies intermittentes tout le jour.
18	2,6	31,7	9308	6416	Très-variable	9,9	0,9	NW *k*	7	Ciel variable, forte rosée le soir.
19	2,4	31,7	9305	6411	SW	13,9	1,8	WSW	10	Pluv. de 1h15m à 6h15m m. et depuis 4h45m s.
20	2,5	31,6	9309	6418	SSW	17,2	2,8	SSE *k*	8	Pluie cessant à 7h40m m.; reprise à 7h20m s.
21	4,0	31,9	9309	6426	variable	11,7	1,3	SW à NW	8	Ciel variable, faible rosée le soir.
22	4,0	31,7	9317	6439	SSE	8,6	0,7	SSE *k*	5	Cirrhus et cirrho-cumulus, forte rosée le soir.
23	4,3	32,0	9314	6440	S à E	15,1	2,1	ESE *k*	8	Petite pluie l'après-midi, rosée le soir.
24	3,7	32,0	9316	6443	SE à NE	7,0	0,5	SE *k*	8	Forte rosée le matin.
25	4,3	32,0	9311	6433	SW à NW et N	12,6	1,5	SW à NNW	9	Pluies l'après-midi, surtout de 4h45m à 5h30m.
26	3,7	31,7	9317	6440	NNW	21,1	4,2	N	7	Pluvieux le matin de 7h45m à 8h40m.
27	3,6	31,8	9319	6447	NW à NE	17,2	2,8	NNE	7	Rosée le matin, pluvieux l'après-midi.
28	4,1	31,3	9316	6425	NNW puis ESE	9,9	0,9	NW *k*	4	Forte rosée le matin.
29	4,0	31,4	9315	6425	E à S	10,0	0,9	.	10	Pluvieux depuis 11 heures du matin.
30	4,8	30,9	9319	6421	S à W	9,4	0,8	WSW	6	Fortes pluies jusqu'à 7 h 15 m matin et de 3 h 45 m à 7 h soir; orage à 3 h 30 m soir.

Oscillations barométriques extrêmes: de 745mm,5 le 31 mars, à 11h m. à 732mm,2, le 1er avril, à 7h 50m m.; de 759mm,0 le 6, à 11h 25 s., à 749mm,3 le 9, à 3h 35m s.; de 758mm,3 le 13, à 9h 25m m., à 744mm,4 le 20, à 11h 5m m.; de 751mm,8 le 22, à 8h 30m m., à 742mm,2 le 23, à 4h 35m s.; de 758mm,8 le 27, à 11h 15m s., à 745mm,8 le 1er mai, à 3h 50m s.

Vitesses maxima du vent à 20m de hauteur: de 30 à 32km, les 9, 25, 26 et 27; de 34 à 36km, les 2, 8, 17, 23 et 30; de 42km, les 7 et 16; de 47km, le 1er; de 56km le 20; de 62km le 3.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Avril 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h	6h	9h	Minuit.	Moyennes.
		′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique	17° +	0,4	0,3	8,4	9,1	4,9	3,1	1,7	17. 3,9
Inclinaison »	65° +	(32,2)	32,9	32,4	31,6	31,7	31,9	32,0	65.32,1
Force magnétique totale	4,+	(6449)	6444	6420	6438	6449	6455	6450	4,6442
Composante horizontale	1,+	(9315)	9304	9301	9317	9321	9320	9317	1,9314
Composante verticale	4,+	(2243)	2242	2217	2230	2240	2248	2243	4,2236
Électricité de tension (éléments Daniell)		28,2	23,5	29,3	10,6	23,9	30,5	20,2	25,4
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°		750,75	751,04	750,85	750,47	750,60	751,15	751,31	750,88
Pression de l'air sec		743,51	743,39	743,58	743,31	743,26	743,89	743,93	743,57
Tension de la vapeur en millimètres		7,24	7,65	7,27	7,16	7,34	7,26	7,38	7,31
État hygrométrique		89,2	76,8	61,3	57,3	67,9	75,7	85,5	76,0
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre enregistreur (nouvel abri)		7,33	11,53	14,38	15,28	12,85	10,40	8,76	10,97
Thermomètre électrique à 20 mètres		8,09	11,00	13,49	14,13	12,57	10,65	9,13	10,82
Degré actinométrique		7,28	47,63	56,98	47,87	8,68	»	»	33,69
Thermomètre du sol. Surface		7,23	15,25	18,39	17,56	11,51	8,70	7,27	11,10
» à 0m,02 de profondeur		10,11	9,75	10,95	12,22	12,38	11,81	11,14	11,15
» à 0m,10 »		10,85	10,20	10,46	11,19	11,79	11,87	11,58	11,17
» à 0m,20 »		10,93	10,39	10,27	10,45	10,83	11,13	11,16	10,80
» à 0m,30 »		10,70	10,25	10,14	10,15	10,32	10,56	10,66	10,46
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur		34,88	11,74	4,69	1,45	10,90	7,33	13,94	t. 84,93
Pluie moyenne par heure		0,194	0,130	0,052	0,016	0,121	0,081	0,155	″
Évaporation moyenne par heure		0,034	0,055	0,153	0,233	0,193	0,106	0,073	t. (79,10)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		12,43	13,26	16,54	18,09	17,93	14,40	13,16	14,78
Pression moy. en kilog. par mètre carré		1,46	1,66	2,58	3,08	3,03	1,96	1,63	2,06

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 1,9	751,18	8,52	8,09	6,57	13,04	1h soir	17. 10,1	750,70	13,94	14,76	0,69	17,87
2 »	17. 2,5	51,02	7,93	7,68	2,38	12,71	2 »	10,3	50,56	14,18	15,46	0,24	18,57
3 »	17. 3,0	50,85	7,50	7,33	5,72	12,18	3 »	9,1	50,47	14,12	15,28	1,52	17,84
4 »	17. 2,8	50,74	7,33	7,02	7,12	12,52	4 »	7,6	50,44	13,79	14,76	2,60	19,59
5 »	17. 2,0	50,71	7,43	6,82	9,90	12,26	5 »	6,0	50,49	13,25	13,91	4,79	18,19
6 »	17. 0,4	50,76	8,09	7,33	3,19	11,85	6 »	4,9	50,60	12,57	12,85	3,51	16,00
7 »	16. 59,4	50,87	8,95	8,50	7,69	11,97	7 »	4,2	50,77	11,87	11,84	4,36	14,20
8 »	16. 59,2	50,98	9,95	10,11	1,32	13,16	8 »	3,6	50,96	11,21	11,05	1,97	14,38
9 »	17. 0,2	51,05	11,00	11,53	2,73	14,66	9 »	3,1	51,15	10,66	10,40	1,00	14,63
10 »	17. 2,7	51,06	11,98	12,83	2,14	15,48	10 »	2,5	51,28	10,18	9,84	2,74	14,20
11 »	17. 5,7	50,98	12,82	13,58	2,36	16,83	11 »	1,9	51,34	9,68	9,29	8,10	12,97
Midi..	17. 8,4	50,85	13,49	14,38	0,19	17,32	Minuit..	1,7	51,31	9,13	8,76	3,10	12,31

Thermomètres de l'ancien abri (moyennes du mois).

Des minima......... 6°,3 Des maxima........ 16°,8 Moyenne........... 11°,6

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima...... 4°,8 Des maxima....... 23°,9 Moyenne........... 14°,4

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878.	Avril 1 à 5. 6°,4	Avril 11 à 15... 13°,1	Avril 21 à 25........ 11°,9
	» 6 à 10.. 9,6	» 16 à 20... 12,6	» 26 à 30........ 12,3

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 Mai 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 20 (20 Mai 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de* '*Académie* se composent des extraits des travaux de es Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes ›résentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a ¡8 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy) *et à l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1878; communiquées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(147) Protogeneia.			
Janv. 25	10h 28m 15s	6h 48m 34s,44		68° 39′ 44″,4		Paris.
29	10 9 53	6 45 56,35		68 37 5,2		Paris.
			(113) Amalthæa.			
Janv. 25	12 6 58	8 27 33,93	+ 22,39	70 32 50,6	+ 54,7	Paris.
29	11 47 7	8 23 25,83	+ 22,30	70 7 56,9	+ 54,4	Paris.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(61) DANAË.			
Janv. 29	12h 19m 22s	8h 55m 46s,48	− 0s,57	60° 45′ 42″,1	+ 5″,1	Paris.
Fév. 18	10 41 23	8 36 22,37		61 8 37,3		Paris.
			(8) FLORA.			
Mars. 8	8 21 50	11 36 11,48				Greenwich.
13	13 21 26	11 31 11,33		77 29 42,8		Greenwich.
			(184) DEJOPEJA.			
Mars. 23	10 41 11	10 46 16,98		82 34 9,7		Paris.
26	10 27 37	10 44 30,17		82 24 25,8		Paris.
			(144) VIBILIA.			
Mars. 25	10 50 27	11 3 26,94	− 24,16	76 36 13,0	− 166,1	Paris.
26	10 45 48	11 2 43,46	− 23,99	76 32 58,9	− 161,1	Paris.
Avril. 1	10 18 10	10 58 40,69		76 16 3,0		Paris.
			(150) NUWA.			
Mars. 26	11 48 1	12 5 6,70		91 55 32,5		Paris.
Avril. 1	11 20 5	12 0 45,69		91 23 59,8		Paris.

» Les comparaisons se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud et Folain. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des sinus des ordres supérieurs* (1); par M. YVON VILLARCEAU. (Extrait.)

« Les sinus des ordres supérieurs peuvent s'exprimer, sous forme finie, au moyen d'exponentielles et de fonctions hyperboliques et circulaires : cela permet d'en discuter plus facilement les propriétés et d'en effectuer la détermination numérique.

» La formule (8) peut s'écrire

$$e^{x\left(\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\sqrt{-1}\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)} = \sum_{0}^{m-1}\varphi_\mu x\, e^{\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}};$$

(1) Voir les *Comptes rendus* de la séance précédente.

le premier membre de cette équation est d'ailleurs égal à

$$e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\,e^{\sqrt{-1}\,x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}.$$

» Remplaçant dans le premier membre ainsi transformé, et dans le second, les exponentielles imaginaires par leurs valeurs en fonctions circulaires, on a

$$e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\left[\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)+\sqrt{-1}\sin\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\right]=\sum_0^{m-1}\varphi_\mu x\left(\cos\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\sqrt{-1}\sin\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right).$$

» Égalant séparément les parties réelles ainsi que les parties imaginaires, et écrivant, pour plus de simplicité, deux termes à indices différents, μ et μ', dans les seconds membres, il vient

$$(14)\quad\left\{\begin{aligned}&e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)=\ldots+\varphi_\mu x\cos\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots+\varphi_{\mu'}x\cos\mu'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots,\\&e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\sin\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)=\ldots+\varphi_\mu x\sin\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots+\varphi_{\mu'}x\sin\mu'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots.\end{aligned}\right.$$

Multipliant ces deux expressions respectivement par les coefficients de $\varphi_\mu x$ et ajoutant membre à membre, nous aurons

$$(15)\quad\left\{\begin{aligned}&e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}-\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\\&\quad=\ldots+\varphi_\mu x+\ldots+\varphi_{\mu'}x\cos(\mu'-\mu)\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots.\end{aligned}\right.$$

» Les fonctions $\varphi_\mu x$, $\varphi_{\mu'} x$ étant indépendantes de n, concevons que l'on ait formé m équations au moyen de la précédente, dans laquelle on aura mis à la place de n l'une ou l'autre des suites de valeurs équidifférentes

$$(16)\quad\left\{\begin{matrix}2,\ 4,\ 6,\ 8,\ \ldots,\ 2m-2,\ 2m,\\ 1,\ 3,\ 5,\ 7,\ \ldots,\ 2m-3,\ 2m-1,\end{matrix}\right.\qquad n\left\{\begin{matrix}\text{pair,}\\ \text{impair,}\end{matrix}\right.$$

et qu'on ajoute ces équations membre à membre; on reconnaîtra aisément, au moyen de la formule relative à la somme de cosinus d'arguments équidifférents, que le coefficient de la fonction $\varphi_{\mu'}$ s'annulera quel que soit l'indice μ' différent de μ : on aura ainsi, en désignant par n_i l'un des

nombres des suites (16) et, par n_1 et n_m, les nombres extrêmes de ces séries,

$$(17)\qquad m\varphi_\mu x = \sum_{n_1}^{n_m} e^{x\cos\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}} \cos\left(x\sin\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2} - \mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}\right).$$

» Si l'on fait, pour abréger,

$$(18)\qquad \left\{\begin{array}{ll} \alpha_i = \cos\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, & \beta_i = \sin\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \\ a_i = \cos\mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, & b_i = \sin\mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \end{array}\right.$$

la formule précédente donnera

$$(19)\qquad m\varphi_\mu x = \sum_{n_1}^{n_m} e^{\alpha_i x}(a_i\cos\beta_i x + b_i\sin\beta_i x).$$

» Nous devons faire remarquer que, s'il s'agissait seulement d'obtenir l'expression de l'exponentielle

$$e^{xe^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}}$$

sous la forme des m termes de l'expression (8), il ne serait pas nécessaire de considérer, dans chaque ordre de sinus, les deux genres hyperbolique et elliptique; un seul de ces genres suffirait à la solution du problème. En effet, les deux termes du rapport $\frac{n}{m}$ étant par hypothèse irréductibles, le genre hyperbolique ou elliptique serait fixé par la qualité paire ou impaire de l'entier n, et il suffirait, dans le cas de m impair, de développer les fonctions $\varphi_\mu x$ relatives à l'un ou à l'autre des deux genres hyperbolique et elliptique, puisque les formules (11) permettent de passer de l'un à l'autre genre, moyennant de simples changements de signes; quant au cas de m pair, n étant impair, il ne serait nécessaire que de développer les fonctions du genre elliptique. C'est ce dont nous allons nous occuper.

» Avant de procéder à ces développements, nous devons opérer, sur les formules (17) et (18), des réductions qui sont relatives à la nature du nombre m, au point de vue de son imparité ou de son degré de parité. Nous nous bornerons à donner les formules générales et nous y joindrons les expressions de la somme $\Sigma(\varphi_\mu x)^2$ des carrés des m sinus de la variable x.

Genre elliptique, ou n impair.

» 1° *m impair.* — Désignons par n'_i l'un des nombres de la suite des nombres entiers, zéro compris; et posons

$$(20)\quad \begin{cases} \alpha_i = \cos\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, & \beta_i = \sin\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, \\ a_i = \cos\mu\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, & b_i = \sin\mu\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, \end{cases}$$

nous aurons

$$(21)\quad \frac{m}{2}f_\mu x = (-1)^\mu \frac{1}{2}e^{-x} + \sum_0^{\frac{m-3}{2}} e^{\alpha_i x}(a_i\cos\beta_i x + b_i \sin\beta_i x),$$

$$(22)\quad \begin{cases} \Sigma(f_\mu x)^2 = \dfrac{2}{m}\left(\dfrac{1}{2}e^{-2x} + e^{-2x\cos\frac{\varpi}{m}} + e^{-2x\cos 2\frac{\varpi}{m}} + e^{-2x\cos 3\frac{\varpi}{m}}\right. \\ \qquad\qquad \left. + \ldots + e^{-2x\cos\frac{m-1}{2}\frac{\varpi}{m}}\right). \end{cases}$$

» 2° $\dfrac{m}{2}$ *pair.* — Au moyen des formules (27), on aura

$$(23)\quad \frac{m}{4}f_\mu x = \sum_0^{\frac{m}{4}-1}\left(a_i \mathfrak{Cos} \atop \mathfrak{Sin}\ \alpha_i x\cos\beta_i x + b_i \mathfrak{Sin} \atop \mathfrak{Cos}\ \alpha_i x \sin\beta_i x\right), \quad \mu\left\{\begin{matrix}\text{pair,}\\ \text{impair,}\end{matrix}\right.$$

$$(24)\quad \begin{cases} \Sigma(f_\mu x)^2 = \dfrac{4}{m}\left[\mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{1}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{3}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{5}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right)\right. \\ \qquad\qquad \left. + \ldots + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{\frac{m}{2}-1}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right)\right]. \end{cases}$$

» 3° $\dfrac{m}{2}$ *impair.* — Faisant encore usage des formules (27), on aura

$$(25)\quad \begin{cases} \dfrac{m}{4}f_\mu x = \displaystyle\sum_0^{\frac{m-6}{4}}\left(a_i \mathfrak{Cos} \atop \mathfrak{Sin}\ \alpha_i x\cos\beta_i x + b_i \mathfrak{Sin} \atop \mathfrak{Cos}\ \alpha_i x\sin\beta_i x\right) \quad \mu\left\{\begin{matrix}\text{pair,}\\ \text{impair;}\end{matrix}\right. \\ \qquad + \dfrac{1}{2}\cos\mu\dfrac{\varpi}{4}\cos x + \dfrac{1}{2}\sin\mu\dfrac{\varpi}{4}\sin x, \end{cases}$$

$$(26)\quad \begin{cases} \Sigma(f_\mu x)^2 = \dfrac{4}{m}\left[\dfrac{1}{2} + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{1}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{3}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{5}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right)\right. \\ \qquad\qquad \left. + \ldots + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\dfrac{\frac{m}{2}-2}{m}\dfrac{\varpi}{2}\right)\right]. \end{cases}$$

Genre parabolique, ou m infini.

» On a, dans tous les cas,

$$(27) \qquad \varphi_0 x = 1,$$

et, pour tout autre indice μ que zéro,

$$\varphi_\mu x = \frac{x^\mu}{1.2.3\ldots\mu};$$

d'où

$$(28) \qquad \Sigma(\varphi_\mu x)^2 = 1 + \left(\frac{x}{1}\right)^2 + \left(\frac{x^2}{1.2}\right)^2 + \left(\frac{x^3}{1.2.3}\right)^2 + \left(\frac{x^4}{1.2.3.4}\right)^2 + \ldots.$$

» Pour obtenir cette valeur sous forme finie, il faut recourir aux intégrales définies; plusieurs de ces intégrales peuvent la représenter ; bornons-nous à la suivante :

$$(30) \qquad \Sigma(\varphi_\mu x)^2 = \frac{4}{\varpi}\int_0^{\frac{\varpi}{4}} \mathfrak{Cos}(2x\sin\theta)d\theta.$$

EXPRESSIONS, SOUS FORME FINIE, DES SINUS DES DIVERS ORDRES.

Genre elliptique, ou n impair.

Sinus de l'ordre zéro, ou $(m = 1)$.

» Il n'en existe qu'un seul qui est un cosinus :

$$(31) \qquad f_0 x = e^{-x}, \quad \Sigma(f_\mu x)^2 = e^{-2x}.$$

Sinus du premier ordre, ou $(m = 2)$.

» Ces sinus sont au nombre de deux, dont un cosinus :

$$(32) \qquad f_0 x = \cos x, \quad f_1 x = \sin x, \quad \Sigma(f_\mu x)^2 = 1.$$

Sinus du deuxième ordre, ou $(m = 2)$.

» Ces sinus sont au nombre de trois, dont un cosinus:

$$(33) \qquad \begin{cases} f_0 x = +\frac{1}{3}\left(e^{-x} + 2e^{\frac{1}{2}x}\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x\right), \\ f_1 x = -\frac{1}{3}\left[e^{-x} - e^{\frac{1}{2}x}\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x + \sqrt{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x\right)\right], \\ f_2 x = +\frac{1}{3}\left[e^{-x} - e^{\frac{1}{2}x}\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x - \sqrt{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x\right)\right], \end{cases}$$

et

(34) $$\Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{1}{3}(e^{-2x} + 2e^x).$$

Sinus du troisième ordre, ou $(m = 4)$.

» Ces sinus sont au nombre de quatre, dont un cosinus :

(35) $$\begin{cases} f_0 x = \mathfrak{Cos}\frac{x}{\sqrt{2}}\cos\frac{x}{\sqrt{2}}, \\ f_1 x = +\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\mathfrak{Sin}\frac{x}{\sqrt{2}}\cos\frac{x}{\sqrt{2}} + \mathfrak{Cos}\frac{x}{\sqrt{2}}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}\right), \\ f_2 x = \mathfrak{Sin}\frac{x}{\sqrt{2}}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}, \\ f_3 x = -\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\mathfrak{Sin}\frac{x}{\sqrt{2}}\cos\frac{x}{\sqrt{2}} - \mathfrak{Cos}\frac{x}{\sqrt{2}}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}\right); \end{cases}$$

(36) $$\Sigma(f_\mu x)^2 = \mathfrak{Cos}\sqrt{2}x.$$

Sinus du quatrième ordre, ou $(m = 5)$.

» Ces sinus sont au nombre de cinq, dont un cosinus.

» Posant, pour abréger,

(37) $$\begin{cases} \cos\frac{\varpi}{5} = +\eta = +\frac{\sqrt{5}-1}{4}, \quad \sin\frac{\varpi}{5} = \varepsilon = \frac{\sqrt{5+\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}}, \\ \cos 2\frac{\varpi}{5} = -\eta' = -\frac{\sqrt{5}+1}{4}, \quad \sin 2\frac{\varpi}{5} = \varepsilon' = \frac{\sqrt{5-\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}}, \end{cases}$$

on a

(38) $$\begin{cases} f_0 x = \frac{1}{5}[+e^{-x} + 2e^{-\eta x}\cos\varepsilon x + 2e^{\eta' x}\cos\varepsilon' x, \\ f_1 x = \frac{1}{5}[-e^{-x} - 2e^{-\eta x}(\eta\cos\varepsilon x - \varepsilon\sin\varepsilon x) + 2e^{\eta' x}(\eta'\cos\varepsilon' x + \varepsilon'\sin\varepsilon' x)], \\ f_2 x = \frac{1}{5}[+e^{-x} - 2e^{-\eta x}(\eta'\cos\varepsilon x + \varepsilon'\sin\varepsilon x) + 2e^{\eta' x}(\eta\cos\varepsilon' x + \varepsilon\sin\varepsilon' x)], \\ f_3 x = \frac{1}{5}[-e^{-x} + 2e^{-\eta x}(\eta'\cos\varepsilon x - \varepsilon'\sin\varepsilon x) - 2e^{\eta' x}(\eta\cos\varepsilon' x - \varepsilon\sin\varepsilon' x)], \\ f_4 x = \frac{1}{5}[+e^{-x} + 2e^{-\eta x}(\eta\cos\varepsilon x + \varepsilon\sin\varepsilon x) - 2e^{\eta' x}(\eta'\cos\varepsilon' x - \varepsilon'\sin\varepsilon' x)]; \end{cases}$$

(39) $$\Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{2}{5}\left(\frac{1}{2}e^{-2x} + e^{-2\eta x} + e^{+2\eta' x}\right) = \frac{1}{5}\left(e^{-2x} + 4e^{\frac{x}{2}}\mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{5}}{2}x\right).$$

Sinus du cinquième ordre, ou $(m = 6)$.

» Ces sinus sont au nombre de six, dont un cosinus :

$$(40)\quad \begin{cases} f_0 x = \frac{1}{3}\left(+\cos x + 2\,\mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\cos\frac{1}{2}x\right), \\ f_1 x = \frac{1}{3}\left(+\sin x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\frac{\sqrt{3}}{2}x\cos\frac{1}{2}x + \mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\sin\frac{1}{2}x\right), \\ f_2 x = \frac{1}{3}\left(-\cos x + \mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\cos\frac{1}{2}x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\frac{\sqrt{3}}{2}x\sin\frac{1}{2}x\right), \\ f_3 x = \frac{1}{3}\left(-\sin x + 2\,\mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\sin\frac{1}{2}x\right), \\ f_4 x = \frac{1}{3}\left(+\cos x - \mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\cos\frac{1}{2}x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\frac{\sqrt{2}}{3}x\sin\frac{1}{2}x\right), \\ f_5 x = \frac{1}{3}\left(+\sin x - \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\frac{\sqrt{3}}{2}x\cos\frac{1}{2}x + \mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{3}}{2}x\sin\frac{1}{2}x\right), \end{cases}$$

$$(41)\qquad \Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{1}{3}\left(1 + 2\,\mathfrak{Cos}\sqrt{3}x\right).$$

» Nous terminerons ici ces développements, bien que nous les ayons étendus à $m = 7$ et $m = 8$; tandis que H. Wronski s'est borné à présenter les sinus des second et troisième ordres.

Genre hyperbolique, ou n pair.

» On a vu qu'il n'y a point à s'occuper du cas de *m pair*. Quant au cas de *m impair*, on déduira les $\mathfrak{f}_\mu x$ des $f_\mu x$, en y changeant le signe de la variable et le signe du résultat ainsi obtenu, lorsque μ sera *impair*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36 mètres de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année* 1877. Mémoire de MM. **Becquerel** et **Edm. Becquerel**. (Extrait par M. Edm. Becquerel.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum depuis le 1er décembre 1876 jusqu'au 30 novembre 1877 inclusivement, dans l'air, puis en terre, à des profondeurs variables de 1 à 36 mètres, et

enfin dans la partie supérieure du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon, pendant la même période de temps.

» Ce travail est la suite des recherches entreprises au Muséum par mon père depuis quinze ans, à l'aide d'une série d'appareils thermo-électriques imaginés par lui, et c'est le dernier Mémoire auquel il ait travaillé; il avait bien voulu m'adjoindre à ses recherches météorologiques, et nous devions présenter ce résumé annuel dans les premiers jours de l'année; mais, par suite de diverses circonstances, j'ai été obligé d'en ajourner la publication.

» Les observations ont été faites, comme dans les années antérieures, à l'aide de thermomètres électriques, qui permettent de suivre les changements de température loin du lieu d'observation, et qui ont été décrits dans les *Mémoires de l'Académie* (¹).

» Le Mémoire renferme d'abord les tableaux relatifs aux observations de température dans l'air, au nord, à $10^{m},7$ au-dessus du sol du Muséum, et au haut d'un mât, librement, à 10 mètres au-dessus du premier appareil. Nous rapporterons seulement ici les moyennes annuelles, en y joignant celles des années précédentes :

	1875				1876				1877			
	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.
Moyennes déduites des maxima et minima....	$11^{o},0$	$11^{o},03$	»	»	$11^{o},03$	$10^{o},96$	»	»	$11^{o},67$	$11^{o},60$	»	»
Température à 6 h. M...	»	»	8,24	8,43	»	»	8,59	8,50	»	»	9,42	9,24
» à 9 h. M....	»	»	10,97	10,91	»	»	11,17	11,14	»	»	11,94	11,51
» à 3 h. S. ...	»	»	14,16	14,[illegible]6	»	»	14,05	14,12	»	»	14,52	14,40
Moyennes des trois valeurs précédentes.	»	»	11,12	11,17	»	»	11,27	11,25	»	»	11,[illegible]6	11,72

» On voit, d'après ces résultats, que les moyennes annuelles peuvent se déduire aussi bien des observations faites électriquement au haut du mât que des moyennes au nord. On voit encore que, cette année, la moyenne a été plus élevée d'un peu plus de $\frac{1}{2}$ degré que les années précédentes.

» Les circuits thermo-électriques donnent les températures de chaque

(¹) *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL et XLI; *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 587 et 700.

jour à 1 mètre de profondeur, et mensuelles à partir de 6 mètres jusqu'à 36 mètres. On donne seulement ici le résumé des observations par saisons. [Les températures sont corrigées de la variation du zéro du thermomètre servant aux expériences (¹).] »

PROFONDEUR	TEMPÉRATURE MOYENNE 1877.					MOYENNES ANNUELLES DES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.			
	HIVER. Déc. 1876, janvier et févr. 1877.	PRINTEMPS. Mars, avril, mai.	ÉTÉ. Juin, juillet, août.	AUTOMNE. Sept., oct., novemb.	ANNÉE.	1875	1876	1877	11 ANNÉES 1861 à 1877.
m	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	8,89	8,04	12,98	» »	» »	10,70	10,67	» »	11,25
6	12,71	11,55	11,76	13,00	12,26	11,88	11,99	12,26	11,97
11	12,27	12,08	12,21	12,27	12,21	11,93	12,18	12,21	12,00
16	12,11	12,19	12,36	12,29	12,24	12,11	12,22	12,24	12,05
21	12,17	12,21	12,24	12,26	12,22	12,14	12,18	12,22	12,10
26	12,22	12,36	12,73	12,53	12,41	12,44	12,41	12,41	12,37
31	12,40	12,36	12,39	12,40	12,39	12,35	12,41	12,39	12,33
36	12,56	12,49	12,48	12,50	12,51	12,47	12,52	12,53	12,44

» On voit, comme les années précédentes, que l'augmentation de température avec la profondeur n'est modifiée qu'à 16 mètres et à 26 mètres, et cela avec une grande régularité. Là se trouvent, comme on sait, les deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et donnent, à ces profondeurs, des températures qui suivent à peu près les variations de température de l'air. Entre les deux couches distantes de 10 mètres, la température varie peu dans les diverses saisons, tandis que, en deçà et au delà, la température des couches n'est modifiée que d'après les lois de la propagation de la chaleur dans la terre, et qu'alors les époques où l'on observe les maxima et les minima de température s'écartent d'autant plus de celles où on les observe dans l'air, que la profondeur est plus grande. On a donné antérieurement les indications précises de ces retards aux diverses profondeurs.

» On peut également reconnaître la régularité de la transmission du flux calorifique dans le sol du Muséum; mais, pendant l'année 1877, les froids

(¹) A 1 mètre, le câble particulier qui donne la température a subi une altération au mois de septembre, et à partir de cette époque on n'a pu avoir d'observations à cette profondeur. Elles ont continué partout ailleurs.

qui se sont produits dans le mois de mars ont fait reculer l'époque où, d'ordinaire, on observe les minima de température à une certaine profondeur : ainsi, à 1 mètre de profondeur, le minimum absolu s'est présenté le 18 mars, bien que dans le mois de février il y ait eu indication d'un autre minimum, qui doit suivre à peu près de un mois le minimum dans l'air, quand la marche de la température est régulière et que le minimum de froid observé au nord tombe au milieu de janvier. A 1 mètre de profondeur, le maximum a eu lieu le 9 septembre.

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variant de $0^m,05$ à $0^m,60$, le matin et le soir; on en déduit, pour les différents mois, les moyennes transcrites dans le tableau annexé à cet extrait (ces nombres sont corrigés de la variation du zéro thermométrique). On a tracé également, dans le Mémoire, les courbes qui donnent la marche de la température sous les deux sols à ces différentes profondeurs, à 6 heures du matin, à 3 heures du soir, et avec la moyenne diurne.

» On voit, comme cela résultait des années précédentes [1], qu'en 1876-1877 la marche générale de la température s'est effectuée d'une manière analogue; c'est ainsi que l'on reconnaît qu'à $0^m,05$ de profondeur la moyenne de chaque mois est toujours plus élevée à 6 heures du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé. La différence a été de $3^o,86$ en septembre, s'est abaissée à 1 degré en février; mais la moyenne annuelle a été de $2^o,14$.

» A 3 heures du soir, à la même profondeur de 0,05, de février en octobre, c'est-à-dire au printemps, en été et au commencement de l'automne, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de $0^o,20$ à $3^o,42$ sur la température observée sous le sol gazonné; de novembre en février, c'est-à-dire en hiver, le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de $0^o,28$ à $0^o,47$ que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle, les excès ne se correspondent pas, et à cette profondeur, à 3 heures, le sol dénudé est resté plus froid de $1^o,15$ que le sol gazonné.

» A la profondeur de $0^m,10$, on a observé des effets analogues, si ce n'est que les différences de température entre les deux sols ont été moins grandes. A partir de $0^m,20$, comme à $0^m,30$ et à $0^m,06$, au printemps et au

(1) *Mémoires de l'Académie*, t. XL; *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 773, et t. LXXXII, p. 703 et 704.

		Température moyenne mensuelle à 6 heures du matin.					Température moyenne mensuelle à 3 heures du soir.					Température moyenne mensuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1876.	Sol gazonné	7,15	7,39	7,50	7,93	8,32	7,19	7,17	7,35	7,57	8,19	7,17	7,28	7,22	7,75	8,20
	Sol dénudé	5,77	6,03	6,29	6,62	7,42	6,72	6,54	6,29	6,49	7,35	6,24	6,28	6,29	6,55	7,38
	Différence	1,38	1,36	1,21	1,31	0,80	0,47	0,63	1,06	1,08	0,84	0,93	1,00	0,93	1,20	0,82
Janvier 1877.	Sol gazonné	5,95	6,05	6,35	6,56	7,04	5,91	5,90	6,12	6,35	6,96	5,93	5,97	6,23	6,45	7,00
	Sol dénudé	4,52	4,91	5,34	5,74	6,52	5,63	5,40	5,28	5,52	6,42	5,07	5,15	5,31	5,63	6,47
	Différence	1,43	1,14	1,01	0,82	0,52	0,28	0,50	0,84	0,83	0,54	0,86	0,82	0,92	0,82	0,53
Février 1877.	Sol gazonné	6,28	6,48	6,64	6,64	6,76	6,68	6,49	6,43	6,51	6,74	6,48	6,48	6,53	6,57	6,75
	Sol dénudé	5,25	5,59	6,05	6,32	6,66	7,45	6,84	6,27	6,24	6,67	6,35	6,21	6,16	6,28	6,66
	Différence	1,03	0,89	0,59	0,32	0,10	-0,77	-0,35	0,16	0,27	0,07	0,13	0,27	0,37	0,29	0,09
Mars 1877.	Sol gazonné	5,17	5,37	5,57	5,66	5,99	5,96	5,73	5,62	5,70	6,04	5,56	5,55	5,59	5,68	6,01
	Sol dénudé	3,81	4,22	7,74	5,06	5,58	7,34	6,38	5,36	5,19	5,68	5,57	5,40	5,05	5,12	5,63
	Différence	1,36	1,15	0,83	0,60	0,41	-1,38	-0,65	0,26	0,51	0,36	-0,01	0,15	0,54	0,56	0,38
Avril 1877.	Sol gazonné	9,41	9,48	9,49	9,39	9,07	10,88	10,19	9,72	9,50	9,21	10,14	9,83	9,60	9,44	9,14
	Sol dénudé	7,57	8,76	9,25	9,54	9,50	13,78	12,33	10,44	9,79	9,60	10,42	10,54	9,84	9,66	9,55
	Différence	1,84	0,72	0,24	-0,15	-0,43	-2,90	-2,14	-0,72	-0,29	-0,39	0,28	-0,71	-0,24	-0,22	-0,41
Mai 1877.	Sol gazonné	12,05	12,15	12,20	12,14	11,76	14,31	13,29	12,60	12,31	11,84	13,18	12,72	12,90	12,22	11,80
	Sol dénudé	9,58	10,45	11,37	11,72	11,53	16,36	14,68	12,65	11,90	11,60	12,97	12,85	12,01	11,81	11,56
	Différence	2,47	1,70	0,83	0,42	0,23	-2,05	-1,39	-0,05	0,41	0,24	0,21	-0,13	0,89	0,41	0,24
Juin 1877.	Sol gazonné	19,28	19,24	19,10	18,87	17,39	22,92	21,15	19,59	18,87	17,50	21,10	20,19	19,34	18,87	17,44
	Sol dénudé	17,05	18,15	19,06	19,27	18,15	26,34	24,02	20,97	19,56	18,12	21,69	21,08	20,01	19,31	18,13
	Différence	2,23	1,09	0,04	-0,40	-0,76	-3,42	-2,87	-1,38	-0,69	-0,62	-0,59	-0,89	-0,67	-0,44	-0,69
Juillet 1877.	Sol gazonné	19,67	20,08	20,21	20,13	16,69	22,63	21,50	20,56	20,26	19,71	21,15	20,79	20,38	20,19	19,70
	Sol dénudé	16,86	18,05	19,30	19,54	19,15	24,89	22,87	20,52	19,66	19,20	20,87	20,46	19,91	19,60	19,17
	Différence	2,81	2,03	0,91	0,59	0,54	-2,26	-1,37	0,04	0,60	0,51	0,28	0,33	0,47	0,59	0,53
Août 1877.	Sol gazonné	19,31	19,69	19,89	19,93	19,77	21,43	20,68	20,17	20,04	19,77	20,37	20,18	20,03	19,98	19,77
	Sol dénudé	16,25	17,61	18,76	18,92	18,87	23,04	21,49	19,60	18,99	18,87	19,63	19,55	19,08	18,95	18,87
	Différence	3,08	2,08	1,33	1,01	0,90	-1,61	-0,81	0,57	1,05	0,90	0,74	0,63	0,95	1,03	0,90
Septembre 1877.	Sol gazonné	14,67	15,33	15,87	16,31	16,98	15,69	15,60	15,81	16,18	16,89	15,28	15,46	15,84	16,21	16,93
	Sol dénudé	10,81	12,01	13,30	14,12	15,00	16,06	14,67	13,77	13,85	14,95	13,48	13,34	13,53	13,98	14,97
	Différence	3,86	3,32	2,57	2,19	1,98	-0,37	0,93	2,04	2,33	1,94	1,75	2,12	2,31	2,23	1,96
Octobre 1877.	Sol gazonné	9,24	9,72	10,16	10,60	11,54	10,01	10,02	10,49	10,66	11,50	9,62	9,87	10,22	10,63	11,52
	Sol dénudé	6,84	7,60	8,45	9,00	9,88	10,21	9,43	9,03	8,94	10,03	8,52	8,51	8,74	8,97	9,95
	Différence	2,40	2,12	1,71	1,60	1,66	-0,20	0,59	1,26	1,72	1,47	1,10	1,36	1,48	1,66	1,57
Novembre 1877.	Sol gazonné	8,46	8,76	9,14	9,41	10,15	9,00	9,22	9,23	9,42	10,06	8,73	8,99	9,18	9,41	10,10
	Sol dénudé	6,69	7,09	7,65	8,20	9,17	8,58	8,32	8,02	8,21	9,17	7,63	7,70	7,83	8,20	9,17
	Différence	1,77	1,67	1,49	1,21	0,98	0,42	0,90	1,21	1,21	0,89	1,10	1,29	1,35	1,21	0,93
Année moyenne.	Sol gazonné	11,38	11,64	11,84	11,96	12,03	12,71	12,24	11,94	11,94	12,03	12,04	11,94	11,89	11,95	12,03
	Sol dénudé	9,24	10,04	10,78	11,17	11,45	13,86	12,74	11,51	11,19	11,47	11,55	11,39	11,14	11,18	11,46
	Différence	2,14	1,60	1,06	0,79	0,58	-1,15	-0,50	0,43	0,75	0,56	0,49	0,55	0,75	0,77	0,57

commencement de l'été, la température moyenne diurne est devenue plus basse sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; mais, dans les autres mois, elle a été plus élevée, et la moyenne annuelle est restée en général plus haute de $0^{\circ},5$ environ.

» En résumé, ces résultats indiquent que la température en moyenne, en 1877, a été un peu plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, et, en outre, que sous le premier sol la température n'est pas descendue au-dessous de zéro; la mauvaise conductibilité de ce sol est donc nettement mise en évidence. Sous le sol dénudé, à $0^{m},05$, une seule fois, le 24 janvier, la température est descendue au-dessous de celle de la glace fondante. Du reste, l'hiver a été relativement doux, et le nombre de jours de gelée consécutifs a été restreint. Déjà, l'année précédente, nous avons appelé l'attention sur ce fait important de la préservation de la gelée due à l'influence des sols gazonnés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le rôle des acides auxiliaires dans l'éthérification Expériences chimiques;* par M. **Berthelot.**

« 1. Il faut remonter jusqu'à Thenard, et même jusqu'à Scheele, pour trouver les premières observations relatives au rôle des acides auxiliaires dans l'éthérification. En même temps qu'ils précisaient la formation des divers éthers composés et les distinguaient nettement les uns des autres, ces savants remarquèrent que certains acides minéraux, les acides chlorhydrique et sulfurique en particulier, avaient la propriété de déterminer la combinaison immédiate de l'alcool avec les acides organiques, tels que les acides acétique, benzoïque, etc. Ces derniers acides, mis en présence de l'alcool, ne s'éthérifient pas immédiatement, mais seulement avec le concours de nombreuses distillations et de cohobations réitérées; tandis que la présence de quelques centièmes d'acide chlorhydrique ou sulfurique, ajoutés au mélange d'acide organique et d'alcool avant la distillation, suffit pour provoquer une formation abondante des éthers acétique, benzoïque et analogues : les procédés classiques de préparation de ce groupe d'éthers sont encore aujourd'hui fondés sur cette propriété.

» 2. Tous les chimistes ont eu occasion d'observer ces réactions singulières; cependant la théorie en est demeurée obscure jusqu'à présent, aucune expérience précise n'ayant été faite pour en définir les circonstances. Aussi, depuis bien des années, m'étais-je préoccupé de ces questions, tant

dans mes anciennes expériences sur la formation des éthers composés et des corps gras neutres (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLI, p. 432, 308, etc.; 1854) que dans les recherches sur la formation des éthers, que nous avons entreprises avec Péan de Saint-Gilles. Mais la mort de mon regretté collaborateur arrêta le travail sur ce point, après un petit nombre d'essais demeurés inédits. J'y suis revenu en 1866, puis dans ces derniers temps, et je crois avoir trouvé le nœud du problème, lequel se ramène au troisième principe de la Thermochimie, celui du travail maximum.

» Mes expériences sont, les unes d'ordre thermique, les autres d'ordre chimique. Je commence par ces dernières.

» 3. J'ai fait absorber le gaz chlorhydrique par un mélange refroidi d'acide acétique et d'alcool à équivalents égaux, de façon à constituer les trois systèmes suivants :

I. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{60}$ HCl, soit, pour 106^{gr} de mélange.... $0^{gr},67$ HCl.
II. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{8}$ HCl environ, soit, pour 106^{gr} de mélange.... 4,77 HCl.
III. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{3}$ HCl environ, soit, pour 106^{gr} de mélange.... 11,84.

» Sur un poids déterminé de chaque mélange, placé préalablement dans diverses circonstances, on a dosé l'acide chlorhydrique libre séparément et la somme des deux acidités, d'où résultent les doses éthérifiées. Chaque essai était fait en double. Voici les chiffres obtenus :

CONDITIONS DE L'EXPÉRIENCE.	MÉLANGE RENFERMANT								
	$0^{gr},67$ H Cl.			$4^{gr},77$ H Cl.			$11^{gr},84$ H Cl.		
	PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE			PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE			PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE		
	Totale (1).	Acide acétique (2).	Acide chlorhydriq. (3).	Totale.	Acide acétique	Acide chlorhydriq.	Totale.	Acide acétique	Acide chlorhydriq.
A froid, aussitôt après l'absorption	9,6	9,6	0,0	58,7	58,7	0,0	72,3	72,3	0,0
A froid, après 6 heures	//	//	//	73,6	73,6	0,0	75,8	75,8	0,0
A froid, après 8 jours	68,3	68,3	0,0	73,8	73,8	0,0	76,4	76,4	Traces.
A froid, après un mois	67,5	68,5	0,0	//	//	//	76,4	76,1	1,0
A 100 degrés, après 10 heures (6 heures à froid au préalable).	67,7	67,7	Petite quantité	75,0	68,8	47,0	85,3	62,0	72,0
A 100 degrés, après 50 heures	67,4	66,2	60,0	75,1	66,4	67,0	83,9	56,2	84,5
A 200 degrés, après 12 heures (4).	65,3	63,7	89,0	58,3	47,0	87,0	59,5	42,0	95,0

(1) Estimée comme acide acétique et rapportée à 100 parties (1 équiv.) de l'acide acétique initial.
(2) Rapportée à 100 parties de l'acide acétique initial.
(3) Rapportée à 100 parties de l'acide chlorhydrique initial.
(4) Il y a formation d'éther ordinaire, et, par conséquent, production d'une dose d'eau correspondante, dans tous les essais faits à 200 degrés. En outre, le verre est attaqué sensiblement.

» Les conséquences qui résultent de ce tableau pour l'éthérification, envisagée sous le rapport de sa vitesse, de sa limite et de la répartition relative de l'alcool entre les deux acides, sont nombreuses et intéressantes.

» 4. *Vitesse.* — L'acide auxiliaire détermine une accélération très-grande de l'éthérification, la limite étant atteinte au bout d'un petit nombre d'heures à la température ordinaire, tandis qu'il faudrait des années pour arriver au même résultat sans acide chlorhydrique : cela est conforme aux notions reçues. Cependant nous apprenons de plus que la réaction n'est pas instantanée, malgré l'homogénéité parfaite de système.

» On remarquera que l'accélération est d'autant plus grande qu'il y a plus d'acide chlorhydrique ; ce qui s'explique comme on le verra plus loin, cet acide intervenant, surtout par la formation de certains hydrates définis, et la quantité d'eau soustraite ainsi au jeu des équilibres éthérés étant d'autant plus grande que la proportion de l'hydracide susceptible de se combiner à l'eau est plus considérable.

» 5. *Limite.* — La limite de l'éthérification change avec la proportion chlorhydrique.

» 1° A froid avec une trace d'hydracide, la limite a été trouvée 68,3, c'est-à-dire sensiblement la même qu'avec l'acide acétique seul (66 à 67). Le léger excès observé ici s'explique par un accroissement du rapport entre l'équivalent acide total et l'équivalent alcoolique.

» L'hydracide lui-même ne se combine pas d'une manière sensible avec l'alcool, tant que la dose d'eau mise en liberté par l'éthérification est suffisante pour détruire complétement la tension de l'hydracide anhydre : ce qui arrive avec les mélanges renfermant $0^{gr},67$ et même 4,77 de HCl. Mais avec les mélanges plus riches en hydracides, tels que celui qui en renferme $11^{gr},84$, l'acide chlorhydrique ne trouve plus la dose d'eau nécessaire pour le changer entièrement en hydrate : il subsiste en partie à l'état anhydre et forme dès lors quelque dose d'éther chlorhydrique ; la formation de ce dernier étant d'ailleurs beaucoup plus lente que celle de l'éther acétique, d'après des essais directs.

Quant à la limite de l'éthérification, elle demeure proportionnelle au titre acide, c'est-à-dire la même qu'en présence de $1\frac{1}{3}C^4H^4O^4$ pris isolément (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 286). Voilà ce qui se passe à froid. Mais, à 100 degrés, les hydrates chlorhydriques étant dissociés, l'action se passe un peu différemment.

» 2° A 100 degrés, avec une trace d'acide chlorhydrique, la limite est sensiblement la même qu'à froid, et elle ne change guère avec le temps, bien

que celui-ci détermine la transformation lente d'un peu d'éther acétique en éther chlorhydrique; la production de ce dernier devient possible, parce que l'hydracide cesse d'être retenu en combinaison par l'eau. L'acide chlorhydrique s'élève-t-il à 4,77, la limite totale ne change encore que faiblement, bien que l'hydracide prenne une part de plus en plus marquée à l'éthérification; il transforme lentement jusqu'à 7 centièmes d'éther acétique en éther chlorhydrique. Quand l'hydracide atteint $11^{gr},84$, la limite totale s'accroît notablement, l'éther chlorhydrique se formant à la fois aux dépens de l'alcool pour une dose de 7 à 9 centièmes, et aux dépens de l'éther acétique pour une dose de 20 centièmes. Dans ces conditions, presque tout l'hydracide, que l'on peut supposer non combiné à l'eau à la fin de l'expérience, se trouve changé en éther chlorhydrique; la limite relative à cet acide paraissant plus avancée que pour les acides organiques.

» 3° A 200 degrés, au contraire, la limite s'abaisse par une anomalie singulière, mais observée sur les trois mélanges. L'écart est faible pour une trace d'hydracide; il s'élève à 24 centièmes pour le mélange qui en renferme $11^{gr},84$.

» Cette anomalie s'explique par la formation de l'éther ordinaire et d'une dose d'eau corrélative. J'ai constaté expressément cette formation d'éther ordinaire, dans des épreuves faites sur 200 grammes de matière. L'éther ordinaire ainsi formé à 200 degrés introduit un terme de plus dans l'équilibre d'éthérification; car ce corps est attaqué à ladite température par l'acide chlorhydrique, et peut-être même, comme je l'ai prouvé, à 360 degrés par l'acide acétique. En outre, l'eau formée en même temps que l'éther ordinaire abaisse la limite d'éthérification de l'acide acétique.

» 6. *Influence d'un excès d'eau.* — Voici quelques essais faits en ajoutant de l'eau, de façon à réaliser le mélange $C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 + HO$; ils conduisent aux mêmes conclusions générales. Dans certains de ces essais, j'ai ajouté $1^{gr},9$ HCl, c'est-à-dire $\frac{1}{20}$ d'équivalent : la dose d'acide éthérifié à froid a été trouvée après deux heures 39,8; après six heures, 53; après vingt-quatre heures, 60,6, ce qui était la limite. L'acide chlorhydrique était demeuré complétement libre. Le mélange ayant été porté à 100 degrés pendant deux heures, la limite est restée sensiblement la même.

» J'ai observé à peu près la même limite en opérant sur le mélange suivant :

$$C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 + HO + 2^{gr} \text{ ou } \frac{1}{25} SO^4H.$$

Après vingt-quatre heures à froid, la dose d'acide éthérifié était 59,6; le mélange porté à 100 degrés pendant deux heures, 60,6. La limite trouvée pour $C^4H^6O^2 + HO + C^4H^4O^4$ pur est 59,4; la présence de l'acide auxiliaire et accélérateur, chlorhydrique ou sulfurique, en très-petite quantité, ne change donc pas la limite, à froid ou à 100 degrés, même en présence de l'eau.

» 7. *Partage.* — Le partage de l'alcool entre les deux acides n'a pas lieu à froid, même au bout d'un mois, tant que la dose d'hydracide est assez faible pour que cet acide puisse former avec l'eau produite dans la réaction un hydrate défini, capable de détruire la tension de l'hydracide. C'est là un fait fondamental, toute l'éthérification se faisant alors aux dépens de l'acide acétique.

» Mais, si la dose de l'hydracide surpasse cette limite (11,84 par exemple), alors on voit se manifester, même à froid, une formation lente d'éther chlorhydrique, formation qui paraît due surtout à une double décomposition entre l'hydracide et l'éther acétique.

» A 100 degrés la même réaction est bien plus manifeste, quoique lente encore, et elle se poursuit jusqu'à l'éthérification de la majeure portion de l'hydracide, tant par union directe avec l'alcool que par substitution dans l'éther acétique. Ces phénomènes ont lieu avec tous les mélanges, quelque faibles que soient les quantités relatives d'hydracide : ce qui s'explique en admettant que la température de 100 degrés dissocie les hydrates chlorhydriques définis qui existent à froid et qui entravaient l'éthérification de cet hydracide aux basses températures.

» *A fortiori*, l'hydracide est-il éthérifié à 200 degrés, sa neutralisation devenant presque totale, et s'opérant à la fois aux dépens de l'alcool, de l'éther ordinaire et de l'éther acétique.

» 8. Dans ce qui précède, j'ai admis le déplacement direct de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique dans l'éther acétique à 100 et à 200 degrés. Voici des expériences directes sur ce point.

» L'éther acétique pur [1] a été chargé d'acide chlorhydrique sec, la dissolution en renfermant 15,3 centièmes, ce qui répondait aux rapports équivalents $HCl + 2,30 C^4H^4(C^4H^4O^4)$.

[1] Pour être rigoureusement pur, l'éther acétique doit remplir les trois conditions suivantes : 1° être neutre; 2° ne pas devenir acide (absence de l'eau) lorsqu'on en chauffe 15 à 20 grammes à 200 degrés dans un tube scellé, pendant dix heures; 3° ne pas changer le titre de $0^{gr},050$ d'acide acétique pur, chauffé avec le même poids d'éther acétique à 200 degrés (absence de l'alcool).

» A froid, après dix-sept jours, il ne s'était formé que des traces d'éther chlorhydrique; cependant la réaction a lieu au bout d'un temps beaucoup plus long. En effet, au bout de cinq semaines, 12,4 centièmes de l'hydracide sont changés en éther chlorhydrique, et le terme de la réaction n'est pas atteint. A 100 degrés, après douze heures de réaction en tube scellé, 26 centièmes de HCl ont été changés en éther chlorhydrique, avec mise à nu d'une dose équivalente d'acide acétique.

» Au bout de cinquante heures, à 100 degrés, les $\frac{5}{6}$ de HCl étaient changés en éther chlorhydrique.

» A 200 degrés, après douze heures, le titre acide total était demeuré identique; mais 98,8 centièmes de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire la presque totalité, se trouvaient changés en éther chlorhydrique, conformément à l'équation

$$C^4H^4(C^4H^4O^4) + HCl = C^4H^4(HCl) + C^4H^4O^4.$$

» L'acide chlorhydrique, soit à 100 degrés, soit à 200 degrés, déplace donc complétement ou à peu près l'acide acétique dans l'éther acétique pur, c'est-à-dire dans une condition d'après laquelle l'hydracide ne peut contracter combinaison ni avec l'eau ni avec l'alcool.

» 9. Il en serait autrement si l'eau se trouvait en présence, surtout à froid, comme dans la réaction de deux acides sur l'alcool, condition étudiée précédemment, et dans laquelle l'acide acétique forme un éther et l'acide chlorhydrique un hydrate. Il en est également autrement si l'alcool en excès intervient dans une réaction d'où l'eau est rigoureusement exclue: ce qu'il est facile de réaliser en traitant à froid l'alcool absolu en grand excès par le chlorure acétique. Dans cette condition, il se forme uniquement de l'éther acétique et un chlorhydrate d'alcool; la totalité de l'acide acétique demeurant éthérifié par l'alcool et l'acide chlorhydrique ne formant pas la plus légère trace d'éther chlorhydrique (du moins au bout de quelques heures). C'est ce que j'ai constaté par des dosages rigoureux.

» Telles sont les réactions véritables qui interviennent dans l'éthérification provoquée par l'auxiliaire d'un hydracide. Il s'agit maintenant de mesurer les travaux moléculaires accomplis dans ces réactions et d'en déduire l'explication des phénomènes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action du système nerveux sur les glandes sudoripares.* Note de M. A. VULPIAN.

« Les recherches déjà anciennes de Dupuy, d'Alfort, répétées plus tard et complétées en un certain sens par M. Cl. Bernard, constituaient, jusque dans ces dernières années, à peu près la seule base expérimentale de nos connaissances relatives à l'action du système nerveux sur les glandes sudoripares. Dupuy avait vu qu'après l'ablation des ganglions gutturaux (ganglions cervicaux supérieurs) du grand sympathique, faite sur le cheval, la peau de la tête se couvre de sueur. M. Cl. Bernard montra qu'il en est de même lorsque, au lieu d'enlever ces ganglions, on se borne à couper transversalement les cordons cervicaux sympathiques : si l'on a sectionné l'un de ces cordons, la sueur se montre sur la peau de la tête et de la partie supérieure du cou, du côté correspondant. Il a vu, en outre, que la sueur cesse de se produire pendant tout le temps que l'on électrise le segment supérieur du cordon cervical ainsi coupé. On avait assez généralement attribué ces résultats aux variations produites dans la quantité de sang en circulation dans les réseaux capillaires de ces régions, soit par l'ablation des ganglions cervicaux supérieurs, soit par la section ou l'électrisation du cordon cervical sympathique. Dans le cas d'ablation des ganglions susdits ou de section du cordon cervical, il y a afflux plus considérable de sang dans les réseaux capillaires, et l'on supposait qu'il devait en résulter une augmentation de la sécrétion sudorale. Dans le cas d'électrisation du sympathique cervical, le resserrement des petits vaisseaux munis d'une tunique contractile détermine une anémie capillaire très-prononcée ; cette modification de l'état de la circulation capillaire semblait donner une explication suffisante de l'affaiblissement ou de l'arrêt du travail sécrétoire des glandes sudoripares. Je me hâte d'ajouter que tous les physiologistes n'acceptaient pas ces interprétations : plusieurs d'entre eux ont admis que la paralysie et l'excitation du grand sympathique influencent directement le fonctionnement de ces glandes.

» L'étude que j'ai faite, il y a trois ans, de l'action du jaborandi et de l'atropine sur la sécrétion salivaire et sur la sécrétion sudorale m'a conduit à admettre que les glandes sudoripares sont soumises, comme les glandes salivaires, à deux influences nerveuses antagonistes, une influence excito-sécrétoire et une influence modératrice, et à attribuer chacune de ces deux sortes d'influences à des fibres nerveuses différentes. Je supposai, par ana-

logie avec ce qui a lieu pour les glandes sudoripares, que les éléments excito-sécréteurs sont contenus dans les nerfs provenant directement de la moelle épinière, tandis que les éléments modérateurs proviendraient des nerfs sympathiques. (*Dictionnaire encycl. des Sciences médicales*, art. *Physiologie de la moelle épinière*.)

» De nouveaux faits expérimentaux ont été découverts il y a deux ans et sont venus jeter un nouveau jour sur les relations physiologiques entre les glandes sudoripares et le système nerveux.

» MM. Kendall et Luchsinger ont trouvé que l'excitation électrique du segment inférieur du nerf sciatique coupé provoque une abondante sécrétion sudorale au niveau des pulpes digitales du membre postérieur correspondant. C'est sur le chat surtout que cette expérience donne les résultats les plus nets. Elle a été répétée depuis lors par divers physiologistes, par M. Ostrumoff, M. Nawrocki; ils ont confirmé ce qu'avaient dit MM. Kendall et Luchsinger. J'ai répété aussi cette expérience dans mon laboratoire, dans mes cours publics, et elle donne bien les résultats indiqués par ces auteurs. Lorsqu'elle est pratiquée sur de jeunes chats, comme l'a conseillé M. Luchsinger, elle montre, d'une façon saisissante, l'influence du système nerveux sur les glandes sudoripares. Des effets semblables peuvent être obtenus pour les membres antérieurs, lorsqu'on faradise le bout périphérique du nerf cubital et surtout du nerf médian (Nawrocki).

» Les nerfs sciatiques, pour les membres postérieurs, les nerfs médians et les nerfs cubitaux pour les membres antérieurs, contiennent donc des fibres qui exercent sur les glandes sudoripares une influence excito-sécrétoire et qui agissent, par conséquent, sur ces glandes, comme les fibres de la corde du tympan sur les glandes salivaires sous-maxillaires.

» Lorsque l'un des nerfs sciatiques est coupé sur un chat, M. Luchsinger a vu les excitations générales de l'animal, l'injection d'eau à la température de 45 degrés dans une veine jugulaire, le séjour dans une boîte chauffée, l'asphyxie, provoquer l'apparition de gouttelettes de sueur sur les pulpes digitales de tous les membres, excepté sur celles du membre dont le nerf est sectionné. Il en est de même sous l'influence de la faradisation du bout supérieur du nerf sciatique coupé.

» D'où viennent les fibres nerveuses excito-sudorales? Pour ne parler ici que de celles qui sont contenues dans le nerf sciatique, elle seraient conduites à ce nerf par des filets du grand sympathique abdominal, et elles naîtraient des quatre premiers nerfs lombaires et des deux ou trois derniers nerfs dorsaux (Luchsinger). La section d'un des cordons abdominaux sym-

pathique et l'électrisation du bout inférieur de cordon devraient donc, s'il en était ainsi, déterminer les mêmes effets que la section du nerf sciatique du même côté et l'électrisation du segment inférieur de ce nerf.

» C'est cette question qui a été l'objet de mes propres recherches. Les résultats observés lorsqu'on coupe le cordon cervical du sympathique chez les chevaux (sueur abondante sur la moitié correspondante de la tête) et lorsqu'on faradise le bout céphalique du cordon (arrêt de la production de sueur) étaient tellement en opposition avec ceux que devrait produire soit la section, soit la faradisation du cordon abdominal sympathique, si la manière de voir de M. Luchsinger, adoptée d'ailleurs par M. Narvrocki, était fondée, qu'il était nécessaire de procéder à une vérification directe.

» Sur des chats curarisés et soumis à la respiration artificielle, j'ai sectionné le cordon abdominal sympathique du côté gauche, au niveau de la quatrième vertèbre lombaire. Sous l'influence de cette section, après une période d'anémie qui ne dure que quelques secondes, il se produit une congestion très-manifeste des pulpes digitales du membre postérieur correspondant : ces parties restent d'ailleurs sèches. On laisse écouler quelques minutes pour s'assurer qu'aucune sécrétion sudorale reconnaissable par la vue ou par le toucher ne se manifeste ; puis on faradise le segment périphérique ou lombo-pelvien du cordon abdominal sympathique. On voit presque aussitôt les pulpes digitales pâlir très-notablement : cette anémie par resserrement des vaisseaux atteint son maximum en vingt à trente secondes. Il n'y a d'ordinaire, en même temps, aucune production de sueur sur ces parties. Je dois dire cependant que le résultat, sous ce dernier rapport, n'a pas toujours été négatif. Lorsque j'ai fait usage d'un courant induit, saccadé, très-énergique, j'ai vu de fines gouttelettes de sueur apparaître sur les pulpes digitales du pied postérieur gauche. Mais il a suffi alors, en répétant l'expérience, de diminuer l'intensité du courant pour ne plus observer que des phénomènes plus ou moins prononcés de resserrement vasculaire, sans production de sueur. Il semble donc que les courants dérivés jouent un rôle dans les cas où une certaine quantité de sueur se montre sous l'influence d'une faradisation énergique du bout périphérique du cordon abdominal. Il est d'ailleurs possible qu'il y ait quelques fibres excito-sudorales dans ce cordon.

» Sur le même animal (jeune chat), si l'on sectionnait le nerf sciatique du même côté, après avoir fait ces premières expériences, la congestion des pulpes digitales augmentait encore. Venait-on alors à faradiser le segment périphérique de ce nerf avec le même courant faible qui n'avait

produit aucun effet sudoral, lorsqu'il servait à exciter le segment pelvien du cordon abdominal sympathique, on voyait sourdre presque aussitôt, après quatre ou cinq secondes, de fines gouttelettes de sueur de tous les points des pulpes digitales et, en moins de vingt à trente secondes, la surface de ces pulpes était couverte d'une couche de sueur.

» Il est donc permis de conclure que les fibres excito-sudorales contenues dans le nerf sciatique ne proviennent pas toutes de la moelle épinière par l'intermédiaire du grand sympathique abdominal.

» Peut-on aller plus loin et se demander si même le cordon abdominal du grand sympathique ne contiendrait pas des fibres modératrices de la sécrétion sudorale ? Ce cordon pourrait être alors rapproché complétement, sous ce rapport, du cordon cervical sympathique.

» Les résultats de la section du cordon abdominal sympathique, il faut bien le reconnaître, ne sont pas les mêmes que ceux de la section du cordon cervical. La section de la chaîne sympathique abdominale n'a, en effet jamais été suivie, dans mes expériences, d'une production abondante de sueur sur les orteils du membre postérieur correspondant. Mais on peut ne point être arrêté par cette différence, car on peut l'expliquer en supposant que la puissance des fibres excito-sécrétoires contenues dans le nerf sciatique l'emporte sur celle des fibres modératrices faisant partie du cordon abdominal sympathique. Je tiens cette explication pour très-vraisemblable et, en m'appuyant sur certaines données expérimentales, je suis disposé à admettre l'existence de fibres modératrices de la sueur dans cette chaîne nerveuse. J'ai vu de la façon la plus nette, après la section du grand sympathique abdominal sur un chat éthérisé, que les pulpes digitales du pied postérieur correspondant ont été plus moites pendant quelques heures après le réveil de l'animal que celles du pied du côté opposé. Sur un autre chat très-jeune, curarisé et soumis à la respiration artificielle, sur lequel on avait coupé le cordon sympathique abdominal du côté gauche et le nerf sciatique du même côté, on a examiné d'abord la rapidité et l'abondance de la sudation produite sur les pulpes digitales du membre postérieur gauche par la faradisation du segment périphérique du nerf sciatique ; puis, après avoir bien essuyé ces parties, et après avoir attendu quelques minutes, on a faradisé simultanément ce segment et le bout pelvien du cordon abdominal sympathique. Il s'est encore produit de la sueur sur les pulpes digitales du pied correspondant, mais assurément avec moins de rapidité et d'abondance que lorsque le sciatique était seul faradisé.

» L'expérience a été faite aussi dans d'autres conditions. M. Luchsinger

a constaté que l'injection sous-cutanée de 1 centigramme de chlorhydrate de pilocarpine, faite sur un chat, détermine, au bout de trois minutes, une abondante sécrétion de sueur sur les pulpes digitales : il a constaté que l'effet s'arrête si l'on injecte 3 milligrammes de sulfate d'atropine sous la peau, quelques instants après le début de l'action sudorale de la pilocarpine, ou qu'il ne se produit pas si l'injection d'atropine a été faite préalablement. Rien de plus net que ces résultats, déjà obtenus chez l'homme, avant d'être observés sur le chat. Or, après avoir répété ces expériences sur des chats intacts, j'ai coupé le cordon abdominal sympathique gauche sur un chat dans la veine jugulaire duquel on avait injecté, plusieurs minutes auparavant, quelques centimètres cubes d'une assez forte infusion de feuilles de jaborandi. Une différence, qui n'a paru douteuse à aucun des assistants, s'est montrée entre l'état des pulpes digitales du côté gauche et l'état de celles du côté droit. La sueur est devenue plus abondante sur les pulpes digitales du côté gauche que sur celles du côté droit. Après avoir essuyé avec soin les pieds de l'animal, la sueur s'est reproduite plus rapidement du côté de la section que de l'autre côté. Au bout d'une vingtaine de minutes, pendant lesquelles on n'avait pas observé l'animal, on le trouve mourant : les pulpes digitales du membre postérieur gauche sont couvertes d'une couche de sueur, tandis que les pulpes digitales de tous les autres membres sont à peine moites. Chez un autre chat, sur lequel on avait sectionné deux jours auparavant le cordon abdominal sympathique du côté gauche, l'injection sous-cutanée de $0^{gr},005$ de chlorhydrate de pilocarpine n'a provoqué qu'une faible sudation pendant laquelle les pulpes digitales du membre postérieur gauche étaient plus humides que celles du membre postérieur droit.

» J'ai fait d'autres expériences concernant l'action du système nerveux sur la production de la sueur. J'ai voulu vérifier les données que M. Luchsinger et M. Nawrocki ont cherché à établir relativement aux centres nerveux sudoraux. Je ne parle point ici de ces expériences, qui me semblent donner raison à l'un et à l'autre de ces auteurs : elles tendent à montrer qu'il y a, comme je le disais dans l'article *Physiologie de la moelle épinière*, auquel j'ai fait allusion déjà, des centres médullaires présidant aux actions sudorales localisées et un centre bulbaire pour les actions sudorales d'ensemble, pour celles, par exemple, qui se produisent dans les phénomènes de régulation thermique, dans les cas de sueurs morbides généralisées, dans les diaphorèses thérapeutiques, etc.

» Les expériences sur lesquelles j'ai insisté dans cette Note prouvent donc,

je le répète, que toutes les fibres excito-sudorales contenues dans les nerfs sciatiques ne viennent pas de la moelle épinière par l'intermédiaire des cordons sympathiques abdominaux, et elles autorisent à présumer qu'un grand nombre de ces fibres, après avoir pris origine dans la moelle épinière, sont conduites aux nerfs sciatiques par les racines de ces nerfs.

» D'autre part, ces expériences tendent à établir qu'il y a, dans les cordons abdominaux du grand sympathique, des fibres modératrices agissant, dans une certaine mesure, comme des sortes de freins, sur le fonctionnement des glandes sudoripares.

» Les glandes sudoripares seraient donc soumises, comme les glandes salivaires, à deux influences antagonistes, effets l'une et l'autre de l'activité tonique de certains points des centres nerveux, et s'exerçant par des fibres nerveuses différentes : les unes, qui conduisent l'influence excitatrice, proviendraient presque toutes directement des centres bulbo-médullaires ; les autres, qui conduisent l'influence modératrice, émaneraient aussi de ces centres, mais indirectement, par l'intermédiaire du grand sympathique. »

« M. Th. du Moncel communique à l'Académie, avec une copie du Mémoire qu'il a lu à la Société royale de Londres, une Lettre de M. le professeur Hughes, dans laquelle il annonce que son système de transmetteur téléphonique, avec l'introduction dans le circuit d'une bobine d'induction de 6 centimètres seulement de longueur, permet de faire parler un téléphone Bell, assez haut pour être entendu de tous les points d'une vaste salle, et d'une manière plus intelligible et plus forte que sur le phonographe. Il faut, par exemple, adapter au téléphone un cornet acoustique, comme on le fait pour ce dernier instrument. Un seul élément de pile à bichromate de potasse suffit pour cela.

» En ce moment le Dr Richardson s'occupe d'appliquer ce système au stéthoscope, pour l'auscultation des poumons et des battements du cœur, qui devient, paraît-il, beaucoup plus facile :

« Comme appareil thermoscopique, il est, dit M. Hughes, d'une sensibilité extrême. Si l'on en approche la main, la chaleur qu'elle émet est suffisante pour annuler le courant de trois éléments Daniell ; les effets résultant de l'intervention du soleil et de l'ombre sur cet appareil se traduisent par des variations considérables dans les déviations d'un galvanomètre introduit dans le circuit. Il est même impossible de le maintenir en repos, tant il est sensible aux moindres variations de température. Pour cette application l'appareil doit être disposé d'une tout autre manière que quand il doit agir comme *microphone*. »

» M. Hughes ajoute qu'avec la pile seule on peut faire fonctionner le microphone sur un circuit de 10 000 ohms de résistance, mais qu'avec la bobine d'induction on peut correspondre à toute distance. Il paraît que le Post Office de Londres fait en ce moment des expériences pour l'appliquer dans son service.

» Suivant M. Hughes, toutes les lettres de l'alphabet sont reproduites avec une égale facilité : il n'y a que la lettre S, quand elle termine un mot, qui ne se rend pas bien, mais on la devine toujours. »

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'application du téléphone à bord du croiseur* le Desaix. Note de M. **Trève**.

« Dans une de ses dernières sorties, le *Desaix* avait à la remorque un vieux navire, l'*Argonaute*, servant, dans l'escadre d'évolution, au tir des torpilles d'exercice.

» Un fil conducteur fut enroulé autour de l'un des câbles remorques; l'un des bouts du fil était à bord du *Desaix*, l'autre à bord de l'*Argonaute*. Le circuit était fermé par la mer au moyen des doublages en cuivre des deux navires. Un téléphone fut interposé de part et d'autre dans ce circuit, et les communications furent aussitôt établies entre les deux navires.

» Pendant tout le temps de notre navigation, nous pûmes causer de navire à navire aussi facilement que si nous nous fussions trouvés dans le même cabinet. Nous croyons même avoir remarqué que le retour par la mer donnait plus de netteté au son.

» Depuis, un des officiers du *Desaix*, M. le lieutenant de vaisseau Des Portes, a eu la très-heureuse pensée d'appliquer le merveilleux instrument à la manœuvre des scaphandres. On a remplacé une glace du casque par une plaque en cuivre dans laquelle est enchâssé le téléphone; ce qui fait que le scaphandrier n'a qu'un léger mouvement de tête à faire, soit pour recevoir des communications de l'extérieur, soit pour en adresser. On comprend tout l'avantage d'un pareil dispositif.

» Nous avons à visiter nos carènes; les scaphandriers descendent et peuvent nous rendre compte de tout ce qu'ils voient ou font, *sans qu'il soit besoin de les ramener hors de l'eau*, comme cela s'est fait jusqu'à ce jour.

» Grâce au téléphone, un homme parcourant les profondeurs des mers peut rester constamment en communication parlée avec son semblable resté à la surface. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de gallium et d'aluminium.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« J'ai préparé dernièrement des alliages de gallium avec plusieurs métaux; j'aurai l'honneur de les présenter à l'Académie dès que leur étude sera suffisamment avancée. Aujourd'hui, je parlerai seulement des alliages de gallium et d'aluminium, sur lesquels mon attention s'est d'abord portée.

» Lorsque la proportion d'aluminium doit être considérable, on chauffe les deux métaux à des températures qui peuvent aller jusqu'au rouge sombre. Les alliages ainsi obtenus restent brillants et n'attirent pas sensiblement l'oxygène de l'air pendant leur préparation; après le refroidissement, ils sont solides, mais cassants et peu consistants, lors même que l'abondance de l'aluminium a élevé le point de fusion jusque vers le rouge naissant; ils décomposent l'eau froide et mieux l'eau à 40 degrés, avec élévation de température, dégagement d'hydrogène et formation d'une poudre brun chocolat se résolvant ultérieurement en flocons blancs d'alumine; la presque totalité du gallium est mise en liberté sous la forme de globules paraissant être complétement exempts d'aluminium. Ces alliages décomposent le plus souvent l'eau à la façon d'un amalgame moyennement chargé de sodium, mais, pour certaines préparations, la vivacité de l'attaque est presque comparable à celle du sodium lui-même.

» Le dégagement d'hydrogène provoqué par un alliage solide *lent* est considérablement augmenté par le contact d'un globule de gallium liquide. Il naît évidemment un couple électrique dont l'aluminium est le métal oxydable.

» Le gallium surfondu dissout l'aluminium, même au-dessous de 15 degrés C., en formant des alliages liquides ou pâteux très-brillants, peu oxydables à l'air et jouissant au plus haut degré de la propriété de décomposer l'eau.

» La vive décomposition de l'eau produite par l'alliage liquide fait à froid paraît avoir besoin d'être amorcée : il faut sans doute qu'un premier petit couple électrique s'établisse. Ordinairement cette condition est

spontanément réalisée : il m'est cependant arrivé de jeter un globule d'alliage dans l'eau sans aucun effet : un second globule, *prélevé sur la même masse*, était au contraire immédiatement attaqué, et, dès qu'il venait à toucher le premier, celui-ci était aussitôt rendu actif.

» L'alliage liquide préparé à froid donne au contact d'une trace de gallium solide des cristaux qui ont toute l'apparence du gallium et ne décomposent pas sensiblement l'eau. L'alliage restant après le départ des cristaux semble avoir perdu une partie de son action sur l'eau. Si l'on refond le tout à la chaleur de la main, on retrouve l'alliage très-actif.

» Toutes ces propriétés rappellent ce qui a été trouvé par plusieurs savants sur les alliages :

» 1° Les amalgames d'aluminium, de fer, de nickel, de cobalt, les alliages de platine et de plomb si bien étudiés par M. Cailletet, par M. Damour et par MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray;

» 2° Les travaux de Physique entrepris par M. Jules Regnauld, qui démontre que les amalgames de zinc et de cadmium possèdent dans la pile des forces électromotrices dépendant de la quantité de la chaleur absorbée ou dégagée pendant l'amalgamation des métaux. Sous ce rapport donc le gallium possède des propriétés communes avec le mercure et le plomb. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorèmes sur les accélérations simultanées des points d'un solide en mouvement*. Mémoire de M. Gruey. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Puiseux, Resal.)

« 1° *Le solide a un point fixe* O. — Appelons J l'accélération d'un point indéterminé du solide, J_m celle du point m; ω, ω' les droites représentant en grandeur et direction l'axe instantané de rotation et sa dérivée géométrique, relative au temps, nommée *accélération angulaire* par M. Resal; ε l'angle de ces deux droites. Disons les J d'une figure *au lieu de* les J des points de cette figure. Écartant les cas particuliers, bornons-nous au cas général où ω, ω', $\sin\varepsilon$ sont différents de zéro.

» C'est la forme homogène et linéaire, par rapport aux coordonnées de m, des projections de J_m sur trois axes issus de O, qui donne lieu aux théorèmes suivants, qui ont ainsi, en dehors de la théorie des accélérations, une généralité et un intérêt purement géométriques.

» 1. Si Oa, Ob, Oc, ... représentent en grandeur et direction les côtés successifs d'une ligne brisée allant de O en m, J_m est la résultante de J_a, J_b, J_c, ...

» 2. Si les points m considérés forment une ligne ou surface L ou S de degré quelconque, les extrémités des J_m forment une ligne ou surface de même degré que nous désignerons par L' ou S'. Ainsi à la droite D et au plan P répondent D' et P'.

» 3. Les J d'une droite Om, issue de O, sont parallèles et dans un même plan; celui de Om et Om', que nous nommons *plan d'accélération* de Om.

» 4. Le lieu des points de J constant, et égal à J_e en valeur absolue, est un ellipsoïde E, de centre O, dont les axes conservent leurs directions et leurs rapports lorsque J_e varie.

» 5. Soit P_1 un plan quelconque ne passant pas par O, ε son contact avec E; $O\varepsilon$ est le diamètre de E conjugué de P_1 et J_ε le minimum des J de P_1. Les courbes d'égal J de P_1 sont des ellipses homothétiques e, ayant ε pour centre commun.

» Tous les J de P_1 estimés suivant la direction de J_ε sont égaux à J_ε.

» 6. Les J_m de e, transportés en ε, de telle sorte que m tombe en ε, y forment un cône de révolution Q, dont J_ε est l'axe en grandeur et direction. Si m décrit e, les secteurs elliptiques et circulaires décrits simultanément par le rayon vecteur ε_m de e et le rayon correspondant R de la base de Q sont dans le rapport constant $\frac{ab}{R^2}$, où a, b désignent les axes de e et $R^2 = J_e^2 - J_1^2$.

» 7. Les J d'un plan P, passant par O, sont perpendiculaires aux J de son diamètre conjugué ou parallèles au plan Δ mené par O perpendiculairement aux J de ce diamètre.

» Nommons Δ plan directeur de P, et soit δ l'intersection de Δ et P.

» 8. Les J de trois diamètres conjugués de E sont rectangulaires.

» 9. Les Δ de trois plans diamétraux conjugués de E sont rectangulaires.

» 10. Lorsque Om, tournant autour de O, décrit P, le plan d'accélération de Om enveloppe un cône du second degré C tangent aux plans P, P', Δ, que nous nommons *cône directeur de* P.

» 11. Les J d'une droite D de P sont les segments de génératrices, compris entre P et P', d'un paraboloïde hyperbolique H, tangent au cône C suivant une courbe plane.

» 12. Les seules lignes tracées sur P dont les J forment une surface développable sont les droites issues de O ou parallèles à δ, pour lesquelles H se réduit à un plan.

» 13. Il passe par O trois droites φ_1, φ_2, φ_3 et trois plans Φ_1, Φ_2, Φ_3 contenant leurs propres J et répondant aux racines k_1, k_2, k_3 d'une même équation du troisième degré.

» Deux de ces plans et de ces droites peuvent devenir imaginaires conjuguées, avec deux des racines k.

» 14. Les racines k étant réelles, les plans Φ sont les faces du trièdre $O(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ et, si $O(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ est le trièdre supplémentaire, les projections de ω sur les trois groupes de trois plans; $\alpha_2 O \alpha_3$, $\varphi_2 O \alpha_3$, $\varphi_3 O \alpha_2$; $\alpha_2 O \alpha_1$, $\varphi_2 O \alpha_1$, $\varphi_1 O \alpha_2$, et $\alpha_1 O \alpha_2$, $\varphi_1 O \alpha_2$, $\varphi_2 O \alpha_1$ sont respectivement égales à $-k_1^2$, $-k_2^2$, $-k_3^2$.

» 15. Les droites φ entre elles et les plans Φ entre eux ne sont ni rectangulaires ni diamétralement conjugués.

» 16. Les trois plans Φ sont tangents au cône directeur C de tout plan P passant par O.

» 17. Les plans Φ sont perpendiculaires aux J de leurs diamètres conjugués; ou bien, il y a trois directions $O\mu$ telles, que J_μ est normale à l'ellipsoïde E passant par μ.

» 18. Soit F un plan parallèle à Φ_1 et coupant $O\varphi_1$ au point q. Par un point quelconque m de F, menons ab, cd parallèles respectivement à φ_2, φ_3. Prenons sur φ_1, de q vers O, $qI_2 = \frac{J_q}{k_2}$, $qI_3 = \frac{J_q}{k_3}$.

» 1° Le plan F' est parallèle à F; 2° les J de ab sont dans un seul et même plan que nous nommons *plan d'accélération de ab*; il en est de même pour cd; 3° les plans d'accélération de ab ou cd passent constamment par les droites fixes, I_3S_3 parallèle à φ_2 ou I_2S_2 parallèle à φ_3, lorsque ab ou cd, restant parallèle à elle-même, décrit F; 4° tous les J de ab ou cd concourent en un point i_2 ou i_3 de I_2S_2 ou I_3S_3 qui décrit cette ligne lorsque ab ou cd décrit F.

» 19. Le lieu des points dont les J ont même moment par rapport à une droite d issue de O, étant nommé lieu des points d'égal moment, on a les propositions suivantes :

» 20. Le lieu des points d'égal moment l, par rapport à d, est un hyperboloïde à une ou deux nappes, suivant le signe de l; de centre O; se réduisant, pour $l = 0$, à son cône asymptote. Ce cône asymptote, indépendant de l, a pour génératrices les quatre droites d, φ_1, φ_2, φ_3 et pour plan tangent le plan d'accélération de d.

» 21. $\Sigma, \Sigma_1, \ldots, \Sigma_{n-1}$ étant les cônes de moment nul par rapport aux droites $d, d_1, \ldots, d_{n-1}$, tout autre cône Σ_n, de moment nul par rapport à d_n, passe par les $(n+4)$ droites suivantes: 1° $d_n, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$; 2° les n droites

autres que $d, d_1, \ldots, d_{n-1}$, suivant lesquelles $\Sigma, \Sigma_1, \ldots, \Sigma_{n-1}$ sont coupés respectivement par les plans que détermine d_n respectivement avec $d, d_1 \ldots, d_{n-1}$. De plus Σ_n est tangent au plan d'accélération de d_n.

» 22. Le lieu des points où J_m est normal à la vitesse de m est le cône de moment nul par rapport à ω; ce cône est le lieu des intersections de deux plans rectangulaires menés par ω et ω'.

» 23. Les directions des J de Σ, transportées en O, y forment un autre cône Σ', aussi du second degré, ayant avec Σ les quatre génératrices communes $d, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$.

» 24. Soit μ_0 un point quelconque et μ un point tel que J_μ passe par μ_0. Le lieu des points μ est à l'intersection du cône Σ obtenu lorsque $O\mu_0$ est la droite d et de Σ' transporté de la quantité $O\mu_0$.

» 2° *Le solide a un mouvement quelconque.* — 25. Il existe un point O_1 du corps dont l'accélération est nulle et autour duquel les accélérations sont distribuées suivant les mêmes lois que si O_1 était fixe (RESAL, *Traité de Cinématique*).

» 26. Décomposons le mouvement du corps en une translation définie par le mouvement d'un point quelconque O et une rotation relative autour de O.

» Soient Oa la droite dont les j dans la rotation relative sont parallèles à J_0 et Oa' le lieu des extrémités de ces j. Par l'extrémité de J_0 menons une parallèle à Oa': elle coupe Oa au point O_1. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes qui, dans les phénomènes magnétiques de la Terre, dépendent de la vitesse de rotation du Soleil.* Note de M. QUET.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Chaque composante des forces, dont j'ai donné le calcul dans mon Mémoire du 16 mars dernier, peut se mettre sous cette forme

$$F = \varphi + \Phi,$$

en posant

$$\varphi = D\cos\nu_1 \cdot \cos 2\pi\left(\frac{t'}{\theta} - \lambda\right);$$

$$\Phi = L\sin\nu_1.$$

» ν_1 est l'angle que l'axe électrodynamique du Soleil fait avec l'axe de rotation; D et λ ne dépendent ni de ν_1 ni du temps t'; θ est la durée pério-

dique de la force φ; L est indépendant de ν_1, mais il est fonction du temps.

» Lorsque $\nu_1 = 0$, la force F se réduit à la force φ, qui prend alors la valeur

$$f = D \cos 2\pi \left(\frac{t'}{\theta} - \lambda\right).$$

Si ν_1 est quelconque, on a

$$\varphi = f \cos \nu_1.$$

» Il suit de là qu'en général on peut diviser les composantes en deux groupes : celui des forces φ, qui ne s'évanouissent pas lorsque l'axe électrodynamique du Soleil coïncide avec l'axe de rotation, et celui des forces Φ, qui ne subsistent que lorsque les deux axes s'écartent l'un de l'autre. Les forces du premier groupe se déduisent immédiatement de celles qui subsistent lorsque $\nu_1 = 0$, en multipliant ces dernières par le facteur commun $\cos\nu_1$.

» Supposons que ν_1, étant quelconque, reste constant ; il résulte de ce que nous venons de dire que, par le groupe des forces φ, on aura les mêmes périodes que dans le cas particulier de la coïncidence des axes et, par suite, les mêmes phénomènes magnétiques, à l'intensité près ; ces phénomènes ont été étudiés dans le Mémoire du 16 mars et je n'y reviendrai pas.

» L'écart des deux axes du Soleil fait naître le deuxième groupe de forces, ou celui des forces Φ, qui introduit de nouvelles périodes.

» Supposons que l'axe électrodynamique n'ait pas de mouvement propre et qu'il participe seulement à la rotation du Soleil ; alors on a

$$\Phi = \varphi' + \varphi'',$$

en posant

$$\varphi' = D' \sin\nu_1 \cos 2\pi \left(\frac{\theta + \tau}{\theta\tau} t' - d'\right),$$

$$\varphi'' = D'' \sin\nu_1 \cos 2\pi \left(\frac{\theta - \tau}{\theta\tau} t' - d''\right).$$

τ est la durée de la rotation du Soleil, et D', D'', d', d'' sont des constantes.

» Pour former les nouvelles périodes, il faut, d'après la règle indiquée par ces formules, combiner la durée de la rotation du Soleil successivement avec chaque période du premier groupe de forces, ou des forces φ.

» Si l'on considère en particulier les forces de ce groupe qui sont constantes, la quantité $\frac{1}{\theta}$ est nulle, et les forces φ', φ'', Φ ont pour période la durée même de la rotation du Soleil.

» Si l'on prend $\theta = T$, T étant la durée de l'année, on obtient des périodes qui diffèrent peu de la précédente; il en est de même lorsqu'on prend $\theta = \frac{1}{2}T$.

» En résumé, le Soleil, par ses modes d'action sur la Terre, peut produire divers phénomènes magnétiques dont les uns sont les mêmes, à l'intensité près, que s'il y avait coïncidence des deux axes, et dont les autres sont caractérisés par une période égale à la durée de la rotation de l'astre, par des périodes voisines de cette durée, et par d'autres périodes qui en dépendent. »

NAVIGATION. — *Sur la théorie complète de la stabilité de l'équilibre des corps flottants.* Mémoire de M. **É. Guyou**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle M. Resal est prié de s'adjoindre.)

« La théorie de l'équilibre des corps flottants, entreprise d'abord au siècle dernier par Bouguer et Euler, fut considérée comme entièrement traitée lorsque Charles Dupin publia son Mémoire (janvier 1814). Ce géomètre avait étendu à toutes les directions de l'espace les lois que ses illustres prédécesseurs avaient fait connaître pour le cas de la rotation des flotteurs autour d'axes perpendiculaires à un plan fixe qu'ils prenaient pour plan de leurs figures.

» Les considérations de Géométrie pure, développées par Charles Dupin, lui avaient permis de généraliser, sans la compliquer, la théorie esquissée par Bouguer et Euler. Il fit voir qu'un flotteur ne pouvait être en équilibre que lorsque l'une des normales menées du centre de gravité à la surface des centres de carène était verticale; puis, faisant remarquer que ces normales étaient de trois espèces, c'est-à-dire minima, maxima et mixtes, par rapport aux lignes joignant le même point aux centres de carène voisins, il conclut de considérations purement statiques que les flotteurs ne peuvent être en équilibre *stable* que dans les positions correspondant aux normales *minima*.

» On dit qu'un flotteur est en équilibre *stable* dans une position donnée lorsque, placé dans une position différente, mais suffisamment voisine, et animé d'une vitesse finie, mais suffisamment faible, ce flotteur, après avoir

oscillé pendant un certain intervalle, revient à sa position première : dans ces positions, un ébranlement suffisamment faible, imprimé au liquide qui l'entoure, produit des effets analogues.

» La théorie de la stabilité de l'équilibre est donc une question de Dynamique, qui ne pouvait être résolue au moyen des méthodes adoptées par Euler, Bouguer et Dupin.

» En 1835, Duhamel, dans un Mémoire qui est resté célèbre, fit voir que les démonstrations de Bouguer prouvaient aussi bien l'instabilité que la stabilité, et leur substitua une démonstration nouvelle qui a été critiquée à son tour.

» L'Académie des Sciences proposa, en 1864, la théorie complète de la stabilité de l'équilibre des corps flottants, pour le grand prix des Sciences mathématiques. Le problème ne fut résolu dans aucun des Mémoires présentés à cette occasion.

» Je me suis proposé, dans ce travail, d'exposer la solution complète de cet intéressant problème. Je l'ai divisé en trois parties :

» La première a pour objet la description d'une surface nouvelle dans les flotteurs, que j'ai appelée *surface* S; cette surface est le lieu géométrique des pieds des perpendiculaires abaissées du centre de gravité du flotteur sur les plans tangents à la surface des centres de carène.

» La deuxième partie traite la question, proprement dite, de la stabilité de l'équilibre. La solution est basée sur une application aux fluides incompressibles du principe des forces vives : j'ai reporté dans une Note, à la fin du Mémoire, la démonstration analytique du théorème dont je parle.

» Les principes de Géométrie exposés dans la première partie m'ont permis de présenter sous une forme élémentaire les conclusions de cette théorie.

» La troisième a pour objet la mesure finie de la stabilité dynamique de l'équilibre des vaisseaux.

» La stabilité dynamique d'un flotteur aux différents angles est le travail ou la force vive minimum à donner au flotteur en équilibre pour qu'il puisse atteindre dans ses oscillations une inclinaison donnée. Cette quantité se mesurait autrefois par les intégrations graphiques successives du diagramme de la stabilité; bien que l'on ait été guidé, dans le choix de cette mesure, par des considérations de Statique inapplicables, quand il s'agit de forces vives, il résulte de la théorie que ce choix était juste; mais, au lieu de chercher cette importante donnée par une série d'intégrations graphi-

ques qui compliquaient encore le travail déjà si compliqué de la détermination des éléments de la stabilité des vaisseaux, on verra qu'il suffit de tracer un seul arc de cercle pour obtenir immédiatement sur la figure les valeurs des intégrales à tous les angles d'inclinaison. Cette simplification résulte d'une propriété nouvelle de la courbe des centres de carène.

» Les conclusions du Mémoire, en ce qui concerne la détermination des positions d'équilibre stable d'un flotteur donné, sont identiques à celles de Charles Dupin ; mais ces conclusions me semblent établies avec la rigueur que comportent les théories de la Mécanique rationnelle. Les méthodes dont j'ai fait usage m'ont permis, en outre, de fournir les moyens de déterminer d'avance, pour chacune des positions d'équilibre stable d'un flotteur donné :

» 1° Le cône dans lequel oscillerait la verticale menée par le centre de gravité si l'on dérangeait le flotteur d'une quantité donnée, en l'animant d'une force vive donnée ;

» 2° La *mesure finie* de la stabilité de l'équilibre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Production d'hydrogènes carbonés liquides et gazeux par l'action de l'eau pure sur un alliage carburé de fer et de manganèse.* Note de M. S. CLOEZ, présentée par M. Chevreul.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Dans une Communication antérieure, j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie la production artificielle de nombreux composés forméniques et éthyléniques, par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau sur la fonte blanche miroitante manganésifère, connue sous le nom de *Spiegel-Eisen*.

» Cette fonte, réduite à l'état de grains sableux, résiste à l'action prolongée de l'eau pure portée à la température de l'ébullition ; avec de la vapeur d'eau surchauffée, passant sur la fonte placée dans un tube chauffé à 250 degrés, l'action est très-faible. Pour que la réaction ait lieu, il faut faire passer l'eau en vapeur sur le métal chauffé au rouge sombre. Dans ces conditions, on observe un dégagement de gaz combustibles, dont la flamme n'est pas éclairante : c'est un mélange dans lequel l'hydrogène prédomine ; le reste est de l'oxyde de carbone avec des traces de formène ou hydrogène protocarboné. L'élévation de température dans cette expérience em-

pêche sans doute la production des hydrocarbures liquides que l'on obtient à froid par l'action des acides.

» Ce résultat négatif m'a conduit à essayer l'action de l'eau sur des alliages carburés plus riches en manganèse que le *Spiegel-Eisen* et d'une oxydation plus facile. J'ai employé d'abord un produit que l'on fabrique industriellement depuis plusieurs années à l'usine de Terre-Noire, sous le nom de *ferromanganèse*. C'est un alliage carburé dont la composition a varié; le premier échantillon que j'ai eu à ma disposition contenait, pour 100 parties :

Fer	56,5
Manganèse	38,2
Silicium	0,2
Carbone combiné	5,0

» L'acide sulfurique étendu d'eau donne avec cet alliage une quantité énorme des hydrocarbures forméniques et éthyléniques; mais l'eau bouillante pure ne l'attaque pas : il faut opérer à plus de 300 degrés pour obtenir un commencement d'action.

» Une espèce de fonte de manganèse obtenue en chauffant à une très-haute température au fourneau à vent, dans un creuset en graphite, un mélange intime de bioxyde de manganèse naturel et de charbon, a réalisé mon attente et mes prévisions sur la possibilité de produire les hydrocarbures forméniques, et probablement tous les hydrocarbures existant dans l'huile de pétrole, par l'action de l'eau pure sur un alliage carburé métallique.

» La fonte de manganèse dont il s'agit contenait pour 100 parties :

Manganèse	85,4
Fer	5,7
Carbone combiné	3,5
Carbone graphiteux	4,0
Silicium	1,1
Cuivre	traces.

» Cette fonte, réduite à l'état de fragments peu volumineux, décompose facilement l'eau, avec dégagement d'hydrogène et production de gouttelettes huileuses que l'on peut condenser et recueillir. On constate, en outre, que le gaz formé brûle avec une flamme blanche éclairante, preuve évidente de la présence dans ce gaz d'une matière hydrocarbonée volatile.

» La quantité de fonte de manganèse obtenue péniblement au laboratoire ne s'élevait pas à 1 kilogramme. Cette quantité relativement faible ne m'a pas permis de reconnaître, d'une manière certaine, la nature des produits volatils formés. Je puis dire seulement que ces produits ressemblent à ceux de la fonte blanche traitée par l'acide sulfurique étendu d'eau.

» M. Hubert, l'habile chimiste de la fabrique d'acier et d'objets en fonte malléable de M. Dalifol, m'a procuré récemment du ferromanganèse de Terre-Noire semblable à la fonte de manganèse obtenue à mon laboratoire. Ce produit contient pour 100 parties :

Manganèse	81,8
Fer	9,5
Silicium	2,2
Carbone (environ)	5,0

» J'ai placé 1 kilogramme de cet alliage, divisé en fragments de la grosseur d'une noix, dans un grand ballon en verre avec 2 litres d'eau pure. Le ballon bouché communiquait par un tube de dégagement avec une suite de flacons bitubulés contenant de l'eau ou de l'alcool, et destinés à la condensation des produits hydrocarbonés liquides pouvant se former pendant la réaction.

» Il a suffi de chauffer le ballon à 100 degrés pour voir se produire immédiatement un dégagement abondant de gaz hydrogène mélangé de produits hydrocarbonés liquides et gazeux. Après vingt heures de chauffe continue, l'attaque de l'alliage est presque complète; le dégagement de l'hydrogène se ralentit de plus en plus: il s'en produit à peine une dizaine de bulles par minute; après deux nouvelles heures de chauffe, on arrête définitivement l'expérience.

» Il reste dans le ballon une bouillie claire, formée par le mélange des oxydes de fer et de manganèse en suspension dans l'eau; on ne voit plus aucun fragment d'alliage inattaqué, l'eau séparée du précipité par filtration ne paraît rien contenir en dissolution; elle est sans action sur le papier rouge de tournesol, mais avec la teinture de campêche elle manifeste une réaction alcaline.

» Les produits liquides carburés, formés par l'action de l'eau pure sur le ferromanganèse, sont de même nature que ceux fournis par la fonte blanche traitée par l'eau acidulée : une faible partie reste dans le ballon avec les oxydes ; on la sépare au moyen de l'alcool; la plus grande partie se condense dans les flacons laveurs contenant de l'eau ; un troisième fla-

con laveur, à moitié rempli d'alcool, sert à retenir la portion la plus volatile des hydrocarbures.

» Quant aux produits gazeux hydrocarbonés formés par l'action de l'eau bouillante sur le ferromanganèse, on peut facilement constater leur existence de plusieurs manières : 1° en recueillant dans une cloche remplie de mercure le gaz débarrassé autant que possible des produits liquides; après avoir desséché ce gaz au moyen du chlorure de calcium fondu, on le brûle dans l'eudiomètre avec une fois et demie son volume de gaz oxygène : on trouve dans le résidu un volume d'acide carbonique qui dépasse ordinairement le quart du volume du gaz combustible brûlé; 2° au lieu de brûler le gaz par l'oxygène dans l'eudiomètre, on peut le mettre en contact avec de l'acide sulfurique concentré : on voit le volume du gaz se réduire notablement et l'acide sulfurique brunir; 3° en recueillant le gaz dans une éprouvette remplie d'eau, et en introduisant ensuite un peu de brome, on observe également une diminution de volume, due à l'absorption du gaz carboné par le brome.

» En résumé, mes nouvelles expériences démontrent que l'eau seule, en agissant à chaud sur un alliage carburé de manganèse et de fer, cède son oxygène aux métaux pour former d'abord des protoxydes qui passent ultérieurement par l'action de l'air à un degré supérieur d'oxydation. Quant à l'hydrogène, une partie se dégage à l'état de liberté, le reste se combine avec le carbone pour produire des hydrocarbures analogues à ceux qu'on trouve dans le sol et qu'on exploite sous le nom de *pétrole*. »

M. Roulliet adresse, pour le Concours des Arts insalubres, un Mémoire relatif à un mécanisme destiné à prévenir l'explosion involontaire des armes à feu.

(Renvoi à la Commission.)

Un Auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour Concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « Traitement rationnel produisant la guérison radicale des dartres ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Tisserand est adjoint à la Commission désignée pour examiner le Mémoire de M. Souillart sur les satellites de Jupiter.

M. L. Moreau, M. Taillotte adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Mme **Mary Mason** soumet au jugement de l'Académie une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter, dans l'une de ses prochaines séances, deux candidats à la place de membre titulaire au Bureau des Longitudes, laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Mathieu*.

(Renvoi aux Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une lettre du Consul de France à Milan, relative aux expériences faites par M. Righi avec un téléphone amplifiant très-notablement le son.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *Krönecker*, dans lesquelles sont résumées plusieurs Mémoires de notre savant Correspondant;

2° Le premier numéro du « Bulletin de la Société minéralogique de France ».

La **Société historique et généalogique de New-England** transmet à l'Académie l'expression de ses sympathies, à l'occasion du 100e anniversaire de la signature du traité d'alliance entre la France et les États-Unis.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure, faite à Palerme le* 6 *mai* 1878. Note de M. **Tacchini**.

« Je présente à l'Académie le résultat des observations faites à Palerme à l'occasion du passage de Mercure, le 6 mai 1878. Le matin, le ciel était couvert, et même à midi on n'espérait pas pouvoir faire d'observation. Vers 3 heures, l'atmosphère commença à s'éclaircir un peu dans le voisinage du Soleil, et tout fut disposé pour observer la partie du passage visible de notre observatoire. Les deux premiers contacts ont été assez bien observés avec le spectroscope et à la manière ordinaire.

» Le spectroscope que j'ai employé est celui dont j'ai fait usage dans le Bengale pour le passage de Vénus. MM. Cacciatore, Delisa et Agnello observèrent avec de simples lunettes astronomiques. En dehors de la chromosphère, je n'ai rien pu voir; mais, à $4^h 0^m 33^s$, je me suis aperçu que la planète se montrait déjà en partie projetée sur les flammes chromosphériques.

Le premier contact a été très-exactement observé à..........	$4^h.4^m.35^s,5$
La moyenne des observations à la lunette simple donne.......	4.5.39,9
Différence........	1. 4,4

» Il est donc très-évident que l'emploi du spectroscope élimine l'erreur que l'observation par le procédé ordinaire rend inévitable pour le premier contact.

Le second contact a été constaté au spectroscope à...........	$4^h.7^m.46^s,7$
La moyenne des observations par le procédé ordinaire donne...	4.7.36,9
Différence.........	9,8

» Dans le spectroscope, le second contact est donc arrivé un peu plus tard : la différence est ainsi dans le même sens que celle qui a été trouvée au Bengale pour le passage de Vénus. Si l'on attribue le retard de $9^s,8$ à la différence du rayon solaire vu dans le spectroscope et dans les lunettes ordinaires, la différence du rayon résulte de 0",68, valeur qui s'accorde avec la moyenne donnée par les observations des passages au spectroscope et au cercle méridien du 12 avril au 9 mai, c'est-à-dire 0",42. Le passage de Vénus en 1874 avait donné 4",33 ([1]) et les observations du passage du Soleil à la même époque 2",82. Presque une année plus tard, en 1875, les observations faites à Palerme au cercle méridien et au spectroscope par moi, par le P. Secchi et MM. Rayet et Dorna ([2]), donnèrent une différence de 1",86; par conséquent il semble que, de l'époque du maximum des taches solaires à celle du minimum actuel, cette différence a toujours diminué, c'est-à-dire que le diamètre du Soleil présenterait des variations en accord avec la période des taches. Je terminerai cette Note en annonçant avec regret que les nouvelles reçues jusqu'à présent de mes collègues de Naples, Florence, Venise, Gallarate, Gênes et Modène annoncent l'insuccès de l'observation du passage de Mercure, à cause du mauvais temps. »

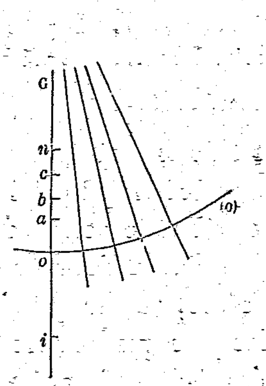
([1]) *Il Passaggio di Venere sul Sole dell'* 8-9 *dicembre* 1874, *osservato a Muddapur nel Bengala. Relazione di* P. TACCHINI. Palermo, 1875.

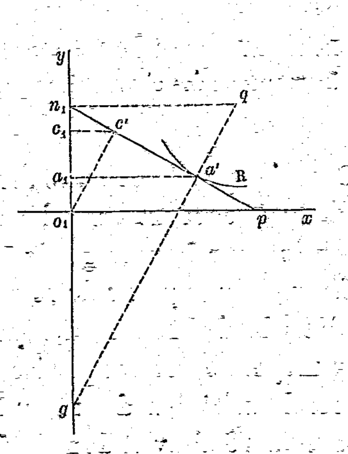
([2]) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte et pubblicate per cura del prof.* P. TACCHINI, vol. IV, 1875, Palermo.

GÉOMÉTRIE. — *De l'emploi de la courbe représentative de la surface des normales principales d'une courbe gauche pour la démonstration de propriétés relatives à cette courbe.* Note de M. A. MANNHEIM.

« La position d'une courbe représentative R d'une surface réglée, par rapport aux axes coordonnés, permet d'obtenir facilement quelques éléments de cette surface. C'est ce que je vais faire voir en considérant la surface (S_N), formée par les normales principales d'une courbe gauche (o). Nous arriverons ainsi à des théorèmes relatifs à cette courbe.

» Conservons les notations et les figures de mes dernières Communications [1].





» Soit ν l'angle que fait avec la normale G en o la courbe lieu des centres de courbure de (o). Cherchons l'expression de $\tang \nu$. Prenons sur (o) le point o' infiniment voisin de o et menons la normale G' correspondante. G' et o' donnent lieu à une droite auxiliaire infiniment voisine de $n_1 p$, qui coupe celle-ci en a'. Le segment intercepté sur $o_1 y$ par ces deux droites auxiliaires est la variation de longueur $d\rho$ du rayon de courbure on, lorsque l'on passe de o à o'. Menons, à partir de n, la trajectoire orthogonale (n) des normales principales de (o). G et G' interceptent sur cette courbe un arc $d(n)$; on a

$$\operatorname{tang}\nu = \frac{d(n)}{d\rho}.$$

[1] Voir *Comptes rendus*, 29 octobre 1877, 5 novembre 1877, 19 novembre 1877.

Mais, en désignant l'arc oo' par $d(o)$, on sait ([1]) que $\frac{d(n)}{d(o)} = \frac{c'n_1}{c'o_1}$ et que $d\rho = n_1 q d\varphi$ ([2]) ; on a donc

$$\tan\nu = \frac{c'n_1}{c'o_1 . n_1 q}\frac{d(o)}{d\rho} = \frac{1}{n_1 g}\frac{d(o)}{d\rho}.$$

Introduisons l'angle θ que font entre elles les normales G et G', en employant la relation connue ([3]) $d\theta = \frac{d(o)}{o_1 c'}$; il vient

$$\tan\nu = \frac{\rho}{qg}\frac{d\theta}{d\varphi}.$$

» On sait aussi qu'on a $\tan\nu = \frac{\rho}{s}$, en appelant s la distance à G du centre de la sphère osculatrice en o à (o). De ces deux expressions de $\tan\nu$, il résulte que

(1) $$s = qg\frac{d\varphi}{d\theta}.$$

» Lorsque deux courbes ont les mêmes normales principales, le rapport $\frac{d\varphi}{d\theta}$ est le même pour deux points de ces courbes situés sur une même normale. On voit donc que, *lorsque deux courbes* (o) *et* (a) *ont les mêmes normales principales, les distances à une de leurs normales communes des centres des sphères osculatrices correspondant à* o *et* a, *situées sur cette normale, sont entre elles dans le rapport* $\frac{qg}{q'g'}$ [$q'g'$ *étant pour* (a) *le segment analogue à* $q'g'$].

» De là le moyen de déterminer le rayon de la sphère osculatrice d'une de ces courbes, connaissant le rayon de la sphère osculatrice de l'autre ([4]).

» Dans le cas particulier où les rayons de courbure de la courbe gauche sont égaux entre eux, la courbe R est réduite à un point de $o_1 y$; le segment qg est alors toujours nul, ainsi que s. Nous retrouvons ainsi ce théorème:

([1]) Voir *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, 1872, p. 148.

([2]) $d\varphi$ est l'angle de contingence de R en a' et q est le point où la perpendiculaire $n_1 q$ à $o_1 y$ est rencontrée par la normale en a' à R.

([3]) *Loc. cit.*, même page.

([4]) Je publierai, dans une autre occasion, une solution directe de ce problème : *Deux courbes ont les mêmes normales principales; construire le centre de la sphère osculatrice de l'une, connaissant le centre de la sphère osculatrice de l'autre.*

» *Lorsque les rayons de courbure d'une courbe gauche sont égaux entre eux, les centres des sphères osculatrices et les centres de courbure de cette courbe coïncident.*

» Reprenons la courbe quelconque (o) et menons à partir de o la droite rectifiante ol. Désignons par l la distance du point o au point l où cette droite touche l'arête de rebroussement de la surface rectifiante de (o). En employant le cône directeur de (S_N), on voit que $\frac{d\varphi}{d\theta} = \frac{oc}{l}$, et alors la relation (1) devient

$$(2) \qquad s \times l = oc \times qg.$$

» Cette relation conduit facilement à ce théorème :

» *Lorsque la somme des carrés des rayons de courbure d'une courbe est constante, le produit $s \times l$ est proportionnel au cube du rayon de seconde courbure de cette courbe.*

» La relation (2) peut s'écrire

$$(3) \qquad s \times l \times \rho \times \cos\varphi = \rho^2 \frac{a^2}{\tang\omega}.$$

» Le premier membre de cette relation est le volume d'un tétraèdre ϖ dont les sommets sont le point o, le centre de courbure n, le centre de la sphère osculatrice correspondant et le point l. Dans le second membre, lorsqu'il s'agit de deux courbes (o) et (a) ayant les mêmes normales principales, $\frac{a^2}{\tang\omega}$ est constant. On voit alors que :

» *Si deux courbes ont les mêmes normales principales, les deux tétraèdres, tels que ϖ, relatifs soit à deux points de l'une de ces courbes, soit à un point de l'une et à un point de l'autre, ont leurs volumes dans le rapport des carrés des rayons de courbure correspondant à ces points.*

» La relation (3) établit *une liaison entre des éléments d'une courbe gauche et des éléments de la surface formée par les normales principales de cette courbe.*

» On en déduit aussi ce théorème nouveau :

» *Lorsque la somme des carrés des courbures d'une courbe est constante, le produit $s \times l$ est constant quel que soit le point de la courbe.*

» Etc., etc.

» Dans ce qui précède, je n'ai considéré que la courbe lieu des centres de courbure (o) ; en suivant une marche analogue, on arrive à des propriétés relatives à la ligne de striction de (S_N) et à la courbe (a) de cette surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'attraction qu'exerce un ellipsoïde homogène sur un point extérieur.* Note de M. **Laguerre.**

« Considérons l'ellipsoïde $\frac{X^2}{a^2}+\frac{Y^2}{b^2}+\frac{Z^2}{c^2}=1$ et un point M extérieur à cet ellipsoïde et ayant pour masse l'unité. En désignant par x, y, z ses coordonnées, par ρ la densité uniforme de la matière qui forme l'ellipsoïde et par k une quantité constante, la valeur du potentiel du point M, relativement à l'ellipsoïde, est donnée par la formule

$$V=-k\rho\iiint\frac{dX\,dY\,dZ}{\sqrt{(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2}},$$

l'intégrale triple s'étendant à tous les points situés dans l'intérieur de l'ellipsoïde. D'après une formule due à Jacobi, le facteur

$$\frac{1}{\sqrt{(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2}}$$

est égal à $\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{d\varphi}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi}$.

» On a donc

$$V=-\frac{k\rho}{2\pi}\iiint\int_0^{2\pi}\frac{dX\,dY\,dZ\,d\varphi}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi};$$

le point M étant à l'extérieur de l'ellipsoïde, la quantité sous le signe $\int$ ne devient jamais infinie. On peut donc intervertir l'ordre des intégrations et écrire

$$V=-\frac{k\rho}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\varphi\iiint\frac{dX\,dY\,dZ}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi}.$$

Faisons un changement de variable en posant $X=a\xi$, $Y=b\eta$, $Z=c\zeta$; on aura

$$\frac{V}{abc}=-\frac{k\rho}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\varphi\iiint\frac{d\xi\,d\eta\,d\zeta}{L\xi+M\eta+N\zeta-P},$$

équation où j'ai posé, pour abréger,

$L=a,\quad M=ib\cos\varphi,\quad N=ic\sin\varphi,\quad$ et $\quad P=x+iy\cos\varphi+iz\sin\varphi.$

L'intégrale triple s'étend à tous les points situés dans l'intérieur de la sphère $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1$. Elle peut se mettre sous la forme

$$\frac{1}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \int\int\int \frac{d\xi\, d\eta\, d\zeta}{\Delta},$$

Δ désignant la distance du point (ξ, η, ζ) au plan H, dont l'équation est

$$LX + MY + NZ - P = 0.$$

» Il est facile de l'évaluer. Menons, en effet, deux plans infiniment voisins parallèles au plan H; soient respectivement t et $t + dt$ les distances de ces plans au centre O de l'ellipsoïde; soit enfin D la distance du point O au plan H. Les deux plans infiniment voisins découpent dans la sphère une couche dont le volume est $\pi(1 - t^2)\,dt$; tous les points de cette couche sont d'ailleurs à une distance du plan H égale à $D - t$; la partie de l'intégrale triple relative à cette couche est donc égale à $\frac{\pi}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \frac{(1 - t^2)\,dt}{D - t}$ et la valeur de l'intégrale triple elle-même est

$$\frac{\pi}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \int_{-1}^{+1} \frac{(1 - t^2)\,dt}{D - t}.$$

Si l'on marque maintenant que $P = D\sqrt{L^2 + M + N^2}$, en remplaçant L, M, N et P par leurs valeurs, il viendra définitivement

$$\frac{V}{pabc} = -\frac{k}{2} \int_{-1}^{+1} \int_0^{2\pi} \frac{(1 - t^2)\,dt\,d\varphi}{x + iy\cos\varphi + iz\sin\varphi - t\sqrt{(a^2 - b^2) + (b^2 - c^2)\sin^2\varphi}}.$$

L'intégration relative à t s'effectue immédiatement; je conserverai néanmoins la formule précédente sous cette forme.

» On peut remarquer que le premier membre est, à un facteur constant près, le rapport du potentiel à la masse de l'ellipsoïde; il est clair d'ailleurs que le second membre ne change pas quand on remplace l'ellipsoïde considéré par un ellipsoïde homofocal. De là résulte immédiatement l'importante proposition de Maclaurin : *Les potentiels d'un même point relativement à deux ellipsoïdes homofocaux sont proportionnels aux masses de ces ellipsoïdes.*

» Si la surface est de révolution et si l'on a $b = c$, l'intégration relative

à φ s'effectue immédiatement, en vertu de la formule de Jacobi rappelée plus haut, et l'on a

$$V = -k\rho\pi ab^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-t^2)\,dt}{\sqrt{y^2+z^2+(x-t\sqrt{a^2-b^2})^2}};$$

en effectuant ensuite l'intégration relative à t, on obtiendrait la formule bien connue qui donne explicitement la valeur de V.

» En terminant, je ferai observer que la méthode employée ci-dessus pour déterminer l'intégrale triple

$$\iiint \frac{d\xi\,d\eta\,d\zeta}{L\xi + M\eta + N\zeta - P}$$

suppose essentiellement L, M, N et P réels. On pourrait donc avoir des doutes sur la légimité de son emploi quand ces quantités sont imaginaires ; mais une autre méthode très-simple, quoique un peu moins brève que la précédente, conduit également à la valeur que j'ai donnée ci-dessus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extrait d'une Lettre adressée à M.* Ch. Hermite; par M. **Faa de Bruno**.

« ... La formule nouvelle donnée dans la séance du 13 mai est susceptible de généralisation.

» Voici ce que l'on trouve pour deux variables

$$[x^p y^q]\psi(x,y) = \frac{1}{\Pi(p)\Pi(q)}[x^p y^q][\delta + (\delta + \log\psi)^p]^q$$

ou encore

$$\frac{1}{2\Pi(p)\Pi(q)}[x^p y^q]\{[\delta + (\delta + \log\psi)^p]^q + [\delta + (\delta + \log\psi)^q]^p\},$$

ce qui revient à

$$\frac{1}{2}\sum\sum \frac{\Pi^{q'-1}(p-p') + \Pi^{p'-1}(q-q')}{\Pi(p')\Pi(q')} \log^{p'q'}\psi,$$

p' variant de 1 à p, et q' de 1 à q. »

MÉCANIQUE. — *Équilibre d'élasticité d'un sol isotrope sans pesanteur, supportant différents poids*. Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lamé et Clapeyron, dans leur célèbre Mémoire de 1828 (*Savants étrangers*, t. IV, p. 541), ont étudié l'équilibre d'élasticité d'un solide sans pesanteur, terminé supérieurement par une face horizontale que sollicitent des pressions verticales, et indéfini dans les autres sens. Leur solution consiste à superposer une quadruple infinité d'intégrales simples, dont chaque terme est le produit d'une constante arbitraire (que permet de déterminer ultérieurement la formule de Fourier) par une exponentielle où paraît au premier degré la coordonnée verticale z, par une fonction linéaire de z, et par deux sinus ou cosinus affectés chacun, linéairement aussi, d'une des coordonnées horizontales x, y. Ces expressions des petits déplacements u, v, w étant trop complexes pour permettre de se représenter le phénomène, je me propose ici, en recourant à des potentiels d'attraction, d'en former de plus simples, où deux intégrations, sur quatre, se trouvent effectuées.

» Ayant pris la surface du corps pour plan des xy et un axe des z dirigé en bas, appelons ξ, η les deux coordonnées d'un point quelconque de cette surface, r la distance de ce point à un point quelconque (x, y, z) du corps ; et concevons, étalée sur le plan des xy, une couche fictive, limitée et infiniment mince de matière, qui aurait par unité d'aire, en chaque point (ξ, η), une masse donnée $f(\xi, \eta)$. Je poserai $f(\xi, \eta)\,d\xi\,d\eta = dm$, et j'appellerai φ la somme $\int \log(z + r)\,dm$ étendue à toute la couche, qui ne recouvre qu'une partie finie du plan des xy. On reconnaît aisément : 1° que toutes les dérivées de φ s'annulent pour r infini, c'est-à-dire aux points (x, y, z) infiniment éloignés de la couche, et qu'elles y sont comparables à la puissance négative de r indiquée par leur ordre même ; 2° que la dérivée $\frac{d\varphi}{dz} = \int \frac{dm}{r}$ est le potentiel d'attraction relatif à cette couche ; 3° que le paramètre différentiel Δ_2 de la fonction φ et, par suite, ceux des dérivées de φ en x, y, z, s'annulent dans tout l'intérieur du corps élastique ; 4° que, si Φ désigne la fonction φ ou l'une de ses dérivées, on a $\frac{d\Phi}{dz} - \Delta_2\left(\frac{z\Phi}{2}\right) = 0$.

» Différentions, par rapport à x, y, z, cette dernière relation, après l'avoir multipliée par $1 + k$, k désignant le rapport des deux coefficients d'élasticité λ, μ du corps (notation des *Leçons de Lamé* de 1852). Les deux

premières des trois identités ainsi obtenues ne diffèrent pas des deux premières équations indéfinies d'équilibre $(1+k)\frac{d\theta}{dx}+\Delta_2 u = 0, \ldots,$ où $\theta = \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}$, si l'on pose

$$\theta = \frac{d\Phi}{dz}, \quad u = -\frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dx}, \quad v = -\frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dy}, \quad w = (2+k)\Phi - \frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dz};$$

l'expression de w résultant de ce que θ doit être la somme des dérivées respectives de u, v, w en x, y, z. De plus, à cause de $\Delta_2\Phi = 0$, la troisième des identités obtenues revient à la troisième équation indéfinie d'équilibre. Comme u, v, w doivent s'annuler pour r infini, on ne peut pas prendre $\Phi = \varphi$: le plus simple sera donc de poser $\Phi = \frac{d\varphi}{dz}$. D'ailleurs, rien ne sera changé, ni à la valeur de θ ni aux équations indéfinies d'équilibre, si l'on ajoute à u, v, w les dérivées en x, y, z d'un terme proportionnel à φ. Par conséquent, une intégrale du problème, affectée d'une fonction arbitraire $f(\xi, \eta)$ et d'un paramètre arbitraire A, s'obtient en prenant

$$(1) \qquad \theta = \frac{d^2\varphi}{dz^2}, \quad u = \frac{d\psi}{dx}, \quad v = \frac{d\psi}{dy}, \quad w = \frac{d\psi}{dz} + (2+k)\frac{d\varphi}{dz},$$

où

$$\varphi = \int \log(z+r)\,dm, \qquad -\psi = \frac{A}{2}\varphi + \frac{1+k}{1} z \frac{d\varphi}{dz}.$$

» On déduit de ces expressions, pour évaluer les trois composantes T_2, T_1, N_3 de la pression que supporte un élément plan horizontal, les formules

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{T_2}{\mu} = \dfrac{d}{dx}\left[(1-A)\dfrac{d\varphi}{dz} - (1+k)z\theta\right], \quad \ldots, \\ \dfrac{N_3}{\mu} = (2+k-A)\theta - (1+k)z\dfrac{d\theta}{dz}. \end{cases}$$

Pour $z = 0$, on trouve facilement, en posant d'abord

$$\xi = x + z\xi', \quad \eta = y + z\eta',$$

et remplaçant ensuite ξ', η', assimilées à des coordonnées rectangles, par des coordonnées polaires

$$(3) \quad \theta \text{ ou } -\int\int \frac{zf(\xi,\eta)\,d\zeta\,d\eta}{[z^2+(\xi-x)^2+\eta-y)^2]^{\frac{3}{2}}} = -f(x,y)\int\int\frac{d\xi'\,d\eta'}{(1+\xi'^2+\eta'^2)^{\frac{3}{2}}} = -2\pi f(x,y),$$

et, par la même méthode, $z\frac{d\theta}{dz}=0$. Ainsi, *à la surface*, les seconds membres de (2) se réduisent à

$$(1-A)\frac{d}{dx}\int\frac{dm}{r},\quad (1-A)\frac{d}{dy}\int\frac{dm}{r},\quad -2\pi(2+k-A)f(x,y).$$

Suivant qu'on prendra $A=1$ ou $A=2+k$, on y aura, soit $T_2=0$, $T_1=0$, soit $N_3=0$. Donc les formules (1) fournissent deux types distincts d'intégrales, dans l'un desquels la surface ne supporte que les pressions normales $-N_3$ ou $2\pi(2+k-A)\mu f(x,y)$, tandis que, dans le second, pour lequel j'appellerai $f_1(\xi,\eta)$ l'expression de $f(\xi,\eta)$, elle supporte seulement des actions tangentielles. Un troisième type, où N_3 s'annule partout, s'obtiendrait, après avoir remplacé $f(\xi,\eta)$ par une troisième fonction arbitraire $f_2(\xi,\eta)$, en prenant simplement

$$u=-\frac{d\varphi}{dy},\quad v=\frac{d\varphi}{dx},\quad w=0,\quad \theta=0.$$

Enfin, la superposition des trois types donnera l'intégrale générale; car, en posant $f_1(\xi,\eta)d\xi d\eta=dm_1$, $f_2(\xi,\eta)d\xi d\eta=dm_2$, il viendra, pour $z=0$,

$$(4)\quad \begin{cases}\dfrac{-T_2}{\mu}=(1+k)\dfrac{d}{dx}\displaystyle\int\frac{dm_1}{r}+\frac{d}{dy}\int\frac{dm_2}{r},\\[2mm] \dfrac{-T_1}{\mu}=(1+k)\dfrac{d}{dy}\displaystyle\int\frac{dm_1}{r}-\frac{d}{dx}\int\frac{dm_2}{r},\quad \frac{-N_3}{2\pi(1+k)\mu}=f(x,y);\end{cases}$$

en sorte que les expressions de T_2, T_1, N_3 *à la surface* contiendront bien trois fonctions arbitraires f, f_1, f_2 des deux coordonnées.

» Bornons-nous, avec Lamé, au cas $T_2=0$, $T_1=0$, qui est celui d'un sol élastique poli chargé de divers poids, et, supposant ces poids, $-N_3$, connus par unité d'aire en chaque point de la surface, appelons $f(x,y)$ leur quotient par $2\pi(1+k)\mu$. Il suffira de faire $A=1$ dans les formules (1) pour que celles-ci donnent les déplacements u, v, w. A part un facteur constant, la couche fictive $\int dm$ pourra être précisément constituée par la matière pesante que portera le sol en chaque endroit, si l'on suppose cette matière infiniment aplatie. En particulier, la petite ordonnée w_0 de la surface déformée vaudra $\frac{2+k}{2}\int\int\frac{f(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta}{\sqrt{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}}$. A de grandes distances de la couche, on peut prendre, à une première approximation, $\varphi=(\int dm)\log\left(z+\sqrt{x^2+y^2+z^2}\right)$; et les déplacements u, v, w, ainsi

que les six déformations élémentaires $\partial_x, \ldots, g_{yz}, \ldots$, acquièrent des expressions assez simples. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une machine d'induction.* Note de M. **Gaiffe**, présentée par M. du Moncel.

« Une simple modification de la disposition de l'électro-aimant adopté par M. Siemens m'a permis de construire pour mon usine de nickelure galvanique des appareils dont les variations d'intensité sont tellement atténuées qu'on peut considérer leurs courants comme constants. Au lieu d'une bobine cylindrique tournant concentriquement dans des encoches cylindriques, j'emploie une bobine à section elliptique tournant dans des encoches de forme elliptique. Le grand diamètre de l'ellipse des encoches est dans un plan parallèle aux branches de l'inducteur. Le grand diamètre de l'ellipse de l'électro-aimant tournant est un peu plus court que le petit diamètre de celle des encoches, afin que la rotation puisse se faire sans frottement; on comprend facilement qu'avec quelques tâtonnements on arrive à établir entre les diamètres des deux ellipses un rapport tel que le changement de polarité, au lieu de se faire pendant un temps très-court à chaque demi-révolution, se fasse au contraire graduellement pendant toute la durée de la demi-révolution et que, par suite, la mise en mouvement de l'appareil donne naissance à un courant sensiblement constant.

» Je ne prétends pas que ces machines donnent des résultats plus économiques que celles à bobines annulaires; mais elles ont l'avantage d'être aptes à recevoir, quelles que soient leurs dimensions, des hélices formées de fils de toutes grosseurs, condition difficile à réaliser avec les bobines annulaires, et de pouvoir, par conséquent, une vitesse de rotation étant donnée, être réglées de façon à dépenser seulement la force électromotrice exactement nécessaire au travail à accomplir, et à offrir la plus faible résistance intérieure possible. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la recherche de l'ozone dans l'air atmosphérique.* Note de M. **Albert Lévy**.

« La Note présentée par M. Daremberg, dans la dernière séance de l'Académie, sur la recherche de l'ozone dans l'air atmosphérique, contient certaines conclusions que j'ai déjà formulées.

» Le papier ozonoscopique n'est pas employé pour *doser* l'ozone. Le procédé dont je fais usage à Montsouris est fondé sur l'emploi de l'arsénite de potasse.

» M. Daremberg déduit de ses expériences que « dans l'air il existe un ou » plusieurs éléments qui empêchent l'impression ozonoscopique de se déve- » lopper et qui la détruisent après qu'elle s'est produite ».

» Plusieurs années d'analyses à Montsouris m'ont amené à la même conclusion, et j'avais communiqué à M. Daremberg le résultat de mes études. J'ai montré [1] que le papier ozonométrique se décolore sous certaines influences et en particulier, à Montsouris, sous l'influence des vents du nord : « Nous avons pu, ai-je dit, en nous servant d'un ozonoscope enregis- » treur construit par M. Salleron, mettre hors de doute et rendre visible le » fait de la décoloration du papier ». Tandis que ces papiers Schœnbein restent incolores dans l'intérieur de Paris, ils bleuissent plus ou moins fortement à Montsouris, au sud de la ville, et, une fois colorés, se décolorent lorsque le vent vient du nord, c'est-à-dire quand le vent a passé sur Paris.

» Je rappelle que cette relation entre la direction du vent et la quantité d'ozone contenue dans l'air paraît se rattacher à une loi plus générale établie en 1865 par M. Marié-Davy : « Quand le centre d'une bourrasque » traverse la France, toutes les stations situées au sud de la trajectoire ont » beaucoup d'ozone; celles qui sont au nord en ont peu ou point. »

» M. Daremberg a reconnu qu'il n'y a aucun rapport entre l'impression ozonoscopique et la pression barométrique. Ce fait a déjà été constaté; mais il n'en résulte pas, comme le pense M. Daremberg, qu'il sera inutile de continuer les recherches ozonoscopiques. De ce que la pression atmosphérique ne paraît pas avoir d'action sur les quantités d'ozone contenues dans l'air, il n'en faudra pas moins rechercher l'influence possible de l'état hygrométrique, de la direction et de la vitesse du vent, de l'état électrique de l'air, etc. Et, quand bien même on constaterait que ces phénomènes météorologiques ne paraissent pas liés à la formation de l'ozone dans l'air, il n'en serait pas moins intéressant de continuer les recherches ozonoscopiques, qui pourront peut-être jeter quelque jour sur certaines questions relatives à l'hygiène et à la santé publique.

» Ce qu'il faut souhaiter, c'est que la méthode de dosage en poids soit appliquée dans un grand nombre de stations en France, comme elle commence à l'être à l'étranger.

» J'ajouterai que les papiers ozonométriques sont si commodes qu'il m'a

[1] *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1878, page 500.

paru désirable de rechercher si l'on ne pourrait pas corriger leurs indications des erreurs qui les affectent. J'ai pu établir, d'après les observations faites en 1877, une table de concordance entre les lectures arbitraires des papiers Schœnbein et les poids d'ozone contenus dans l'air. Cette Table, publiée dans l'*Annuaire de Montsouris*, et que j'ai communiquée à M. Daremberg, montre qu'on peut tirer des indications très-utiles de l'observation des papiers ozonoscopiques, au moins dans l'établissement des moyennes. Et même les courbes quotidiennes de l'ozone dosé par l'arsénite ou évalué par le papier Schœnbein sont assez concordantes pour que l'on n'hésite pas à se servir des papiers ozonoscopiques toutes les fois qu'on ne pourra faire le dosage exact. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une modification allotropique du cuivre.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

« Les faits suivants établissent l'existence d'une modification allotropique du cuivre, distincte par ses propriétés physiques et chimiques.

» Elle prend naissance par l'électrolyse de certaines solutions cuivriques. Voici les conditions dans lesquelles on l'obtient le plus sûrement :

» Le bain électrolysé est une solution à environ 10 pour 100 d'acétate de cuivre, préalablement bouillie pendant quelques minutes, pour expulser de l'acide acétique et la rendre légèrement basique. On emploie deux éléments Bunsen ou trois éléments Daniell de moyenne grandeur et l'on évite toute élévation de température du bain. La lame négative en platine est disposée parallèlement à la lame de cuivre servant d'électrode positive soluble, à une distance de 3 à 4 centimètres. Ses dimensions doivent être un peu inférieures à celles de l'électrode positive. Dans ce cas, la face de l'électrode négative en platine, qui regarde la lame positive, se couvre d'une couche de cuivre allotropique, tandis que la face opposée reçoit un dépôt beaucoup moins épais de cuivre ordinaire. Si la lame négative est notablement plus grande que la positive, le dépôt de cuivre modifié est placé en face de cette dernière et se trouve encadré de cuivre ordinaire. On peut donc, dans une même opération, obtenir simultanément et juxtaposés les deux cuivres, qui se distinguent alors nettement par l'opposition de leurs caractères.

» *Propriétés physiques.* — Le cuivre allotropique se présente sous la forme de plaques à éclat métallique, à surface un peu rugueuse du côté libre et

polie du côté appliqué à la lame de platine. Si l'opération est suffisamment prolongée, il se forme aux angles inférieurs et aux bords de l'électrode négative de belles arborescences dirigées vers la lame positive et dont les branches, contournées comme celles d'un arbre et multiples, peuvent atteindre plusieurs centimètres avant que la masse ne se brise par son propre poids. Le cuivre allotropique est moins rouge que le cuivre ordinaire et se rapproche par sa couleur de certains bronzes. Les plaques se détachent facilement de la lame négative, après un lavage à l'eau bouillie et une dessiccation dans le vide à la température ordinaire; elles sont cassantes, absolument dépourvues de malléabilité et se laissent réduire en poudre impalpable comme le soufre, par broyage dans un mortier en agate.

» La densité n'a pu être prise exactement, ce cuivre modifié étant toujours mélangé à quelques centièmes d'oxyde (5 à 10 pour 100) dont l'origine s'explique par l'extrême oxydabilité du cuivre allotropique. En dosant l'oxygène et en l'attribuant tout entier à de l'oxydule, ce qui n'est pas exact, mais constitue le cas le plus défavorable, on arrive avec la densité trouvée au poids spécifique 8,0 à 8,2; celui du cuivre ordinaire est de 6,9.

» *Propriétés chimiques.* — Les plaques, lavées à l'eau bouillie et exposées humides à l'air, s'oxydent superficiellement avec une grande rapidité; elles s'irisent des plus belles nuances, en quelques minutes, et prennent une teinte bleu indigo foncé. Dans l'eau aérée chaude (50 à 60 degrés) et dans une solution froide d'acétate basique de cuivre, l'oxydation est instantanée; aussi l'électrolyse d'un bain d'acétate basique ne fournit-elle au début que des dépôts très-riches en oxyde : ce n'est qu'au bout d'un certain temps, lorsque le bain est devenu à peu près neutre, que l'opération marche régulièrement.

» Le cuivre allotropique, exposé au contact de l'air, en poudre sèche et à la température ordinaire, noircit au bout de peu de temps et se change en *oxyde cuivrique* soluble en bleu dans l'acide sulfurique étendu et froid.

» La façon dont il se comporte avec l'acide azotique pur, étendu de dix fois son poids d'eau et froid est caractéristique : sa surface, si elle est oxydée, se décape aussitôt, puis le métal est immédiatement attaqué avec dégagement de *protoxyde d'azote* presque pur, en même temps qu'il se couvre d'une couche noir olive foncé, de nature encore indéterminée. Le cuivre ordinaire est à peine attaqué par l'acide azotique à 10 pour 100, et, avec de l'acide plus concentré, il dégage surtout du bioxyde d'azote, mais

sans que le métal noircisse. On obtient quelquefois des plaques qui donnent, en se dissolvant dans l'acide azotique étendu, des mélanges de protoxyde et de bioxyde ($\frac{3}{4}$ à $\frac{2}{3}$ Az^2O pour $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ AzO); il est facile de s'assurer qu'elles sont formées de mélanges des deux cuivres. Cet effet a lieu surtout quand le bain s'échauffe pendant l'électrolyse, ou s'il est acide.

» Le cuivre allotropique se convertit en cuivre ordinaire par l'action de la chaleur, par le contact prolongé avec une solution étendue d'acide sulfurique. Il m'est arrivé une fois qu'une masse assez considérable de cuivre allotropique, réduite en poudre et séchée dans le vide, fut transformée brusquement en cuivre ordinaire avec un notable dégagement de chaleur, au moment de la rentrée de l'air. L'oxydation commençante a pu être une cause déterminante du phénomène, mais ne peut expliquer le dégagement notable de chaleur, car l'aspect métallique de la poudre n'avait pas changé, et l'analyse n'a pas révélé beaucoup plus d'oxygène avant qu'après (1 pour 100 environ).

» Chauffé à 100 degrés dans le vide ou l'acide carbonique, le cuivre modifié ne dégage pas d'hydrogène. Les différences de propriétés physiques et chimiques ne doivent donc pas être attribuées à la présence d'un hydrure de cuivre ou d'hydrogène occlus et ne peuvent s'expliquer que par l'existence d'une modification spéciale du cuivre, susceptible de s'oxyder à froid en donnant du bioxyde CuO et de se dissoudre dans l'acide azotique très-étendu en dégageant du protoxyde d'azote et en noircissant. Il est probable que cette modification correspond au cuivre des sels cuivriques. En se changeant en cuivre ordinaire, elle se polymérise, dégage de la chaleur et fournit par oxydation de l'oxyde cuivreux avant de passer à l'état d'oxyde cuivrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode synthétique pour la formation des carbures d'hydrogène.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« Les combinaisons fluoborées des carbures d'hydrogène, telles que le fluoboréthylène, doivent entrer facilement en réaction avec les composés organiques oxygénés capables de fournir par déshydratation des carbures déterminés. C'est l'énergie puissante du bore pour les éléments de l'eau qui doit provoquer ces sortes de réactions et nous permettre ainsi d'obtenir synthétiquement un grand nombre de carbures d'hydrogène avec beaucoup de facilité.

» J'ai fait réagir jusqu'à présent la combinaison fluoborée de l'éthylène, $C^2H^3BH^2$, sur le camphre, et j'ai obtenu les résultats les plus nets.

» J'ai chauffé à cet effet un équivalent de fluoboréthylène et un équivalent de camphre ordinaire en vase clos à 220 degrés pendant dix-huit heures. Une durée de douze heures et une température de 200 degrés sont également plus que suffisantes pour opérer la transformation. Il faut se garder de chauffer le mélange pendant vingt-quatre heures à 120 degrés. Dans ces conditions, les tubes, même les plus résistants, se brisent inévitablement par suite de l'action de l'acide fluorhydrique éliminé sur le verre, dont la résistance est énormément diminuée. C'est le fond des tubes qui se détache circulairement, juste au niveau de la masse d'acide borique éliminée dans le cours de la réaction.

» Le produit de la transformation est formé par de l'acide borique et par un liquide de couleur jaunâtre et d'un aspect huileux.

» La majeure partie de l'acide borique reste au fond des tubes sous forme d'une espèce de culot blanc et résistant, à surface parfaitement limitée. Une faible portion de cet acide se trouve condensée dans la pointe des tubes. La totalité du bore du fluoboréthylène est ainsi éliminée sous forme d'acide borique.

» La partie liquide distille à une première distillation de 180 à 220 degrés, et le résidu, constituant à peu près un tiers du liquide total, ne distille qu'au-dessus de 300 degrés et me paraît être formé par des polymères du carbure principal formé dans cette réaction.

» Le liquide bouillant de 180 à 220 degrés renferme encore une certaine quantité d'acide borique. On s'en débarrasse facilement en lavant le tout avec de l'eau chaude. La majeure partie de ce liquide, desséchée avec un peu de chlorure de calcium, distille alors de 185 à 190 degrés.

» L'odeur de ce composé est assez agréable et légèrement camphrée, mais tout à fait différente de l'odeur particulière du cymène ordinaire. La composition correspond à la formule $C^{12}H^{18}$. Voici les résultats de l'analyse :

	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{18}$.
C..........	87,54	87,63	88,8
H..........	11,28	11,14	11,11

	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{18}$.
Densité de vapeur D......	5,44	5,51	5,6

» On croit que la densité de vapeur de ce composé est un peu trop faible. Il faut peut-être attribuer ce fait à la présence de traces de camphre

et de traces d'un carbure à équivalent un peu moins élevé, eu égard à la présence, parmi les produits gazeux, d'une faible quantité d'oxyde de carbone.

» La pression dans les tubes est faible et le gaz recueilli est un mélange d'air atmosphérique avec très-peu d'acide fluorhydrique et d'oxyde de carbone.

» Le carbure $C^{12}H^{18}$ formé sous cette réaction peut être ou bien de l'éthylcymène, c'est-à-dire du méthylpropyléthylbenzène, ou bien de l'éthylène cymène, $C^{10}H^{14}, C^2H^4$.

» La théorie atomique conduit plutôt à une constitution conforme à celle de l'éthylcymène. Cependant le point d'ébullition de l'éthylcymène, d'après les analogies, doit être situé un peu au-dessus de 200 degrés.

» Par contre, le mode de formation de ce carbure indiquera comme formule véritable celle de l'éthylène cymène.

» En effet, l'énergie du système $C^{10}H^{14}$ doit être de beaucoup supérieure à l'énergie du système C^2H^4; d'où il s'ensuivrait que les 4 atomes d'hydrogène du groupe atomique C^6H^4 seraient attirés avec beaucoup plus de force par ce groupe même que par le groupe atomique C^2H^4. Ce dernier groupe, du reste, occupe probablement dans le système $C^{12}H^{18}$ la position relative dans l'espace qu'occupaient auparavant dans la molécule du camphre les éléments de l'eau.

» La fonction du carbonyle du camphre étant démontrée par M. Berthelot, on peut écrire la formule de ce composé, en tenant compte en même temps des résultats obtenus par l'action du fluorure de bore sur le camphre, de la manière suivante :

$$C^5H^4, (CO, H^2) \left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix} \right.$$

» En remplaçant dans cette formule les éléments de l'eau par C^2H^4, on aura pour l'éthylène cymène la formule suivante :

$$C^5H^4, (C, C^2H^4) \left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix} \right\} = C^6H^4, C^2H^4 \left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix} \right.$$

et pour l'éthylcymène la formule que voici :

$$C^5H^3(C, C^2H^5) \left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix} \right\} = C^6H^3 \left\{ \begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \\ C^3H^7. \end{matrix} \right.$$

» La question sur la constitution véritable de ce carbure ne saurait être tranchée que par une étude détaillée de ses produits d'oxydation ou par une comparaison directe avec l'éthylcymène obtenu synthétiquement par l'action du chlorure de cymène sur le zinc éthyle.

» Je continuerai l'étude de ce carbure aussitôt que j'en aurai une quantité un peu plus considérable à ma disposition ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pelletiérine, alcaloïde de l'écorce de grenadier.* Note de M. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« 1. On s'accorde généralement à reconnaître que l'écorce de grenadier (tiges et racines) est héroïque comme tænifuge à l'état frais, tandis que, sèche et conservée depuis longtemps, elle a perdu en partie sa vertu. L'explication la plus naturelle de cette différence d'action peut être que le principe actif de cette écorce doit être fort altérable; mais les recherches faites jusqu'à ce jour n'y ont fait encore rencontrer aucun corps de cette nature. J'ai été assez heureux pour y trouver un alcaloïde volatil dont j'ai l'honneur de présenter la découverte à l'Académie.

» En l'honneur du savant qui a le plus contribué à l'histoire des alcaloïdes, je propose d'appeler *pelletiérine* ce nouvel alcali retiré du grenadier.

» 2. *Préparation.* — De l'écorce de grenadier (tiges et racines) est réduite en poudre grossière, puis humectée avec un lait de chaux assez épais et tassée dans des allonges. On lessive à l'eau et l'on recueille deux parties de liqueur qu'on agite fortement et à plusieurs reprises avec du chloroforme. Ce dernier, séparé au moyen d'un entonnoir à robinet, est agité avec une quantité convenable d'acide étendu, de manière que la réaction du liquide aqueux devienne neutre ou légèrement acide. On a ainsi des solutions de sulfate, chlorhydrate, azotate, etc., de pelletiérine, qu'on n'a qu'à évaporer dans le vide et sur l'acide sulfurique pour obtenir les sels cristallisés. Pour isoler l'alcaloïde, on peut le mettre en liberté en traitant ses solutions salines par le carbonate de potasse et agitant avec l'éther ou mieux avec le chloroforme; les solutions éthérées ou chloroformiques étant distillées à une douce chaleur laissent l'alcali comme résidu.

» Un kilogramme d'écorces sèches du commerce, les seules que j'avais a ma disposition, m'ont donné par ce procédé près de 4 grammes de sulfate

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Université de Genève.

de pelletiérine cristallisé. Sans doute qu'avec des écorces fraîches on en obtiendrait davantage.

» 3. *Propriétés physiques.* — La pelletiérine a une consistance oléagineuse et est incolore quand elle a été obtenue par évaporation dans le vide de ses solutions éthérées ou chloroformiques; celles-ci, distillées à l'air, la donnent légèrement colorée en jaune. Une mèche trempée dans la pelletiérine brûle comme si elle avait été imbibée d'une huile volatile.

» La pelletiérine est volatile; elle a une odeur aromatique légèrement vireuse. Elle émet des vapeurs à la température ordinaire; les taches huileuses qu'elle forme sur le papier disparaissent au bout de peu de temps d'exposition à l'air. Elle bout aux environs de 180 degrés [1] en se colorant fortement à l'air, mais commence à distiller bien au-dessous.

» Elle est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais surtout dans le chloroforme; ce dernier l'enlève facilement à ses solutions aqueuses.

» 4. *Propriétés chimiques.* — La réaction de la pelletiérine est fortement alcaline; c'est un alcali puissant qui sature les acides pour former des sels. A l'approche d'une baguette trempée dans l'acide chlorhydrique, elle répand des fumées blanches, comme l'ammoniaque. Elle ne précipite pas les solutions des métaux terreux et alcalino-terreux, mais celles de la plupart des métaux proprement dits. C'est ainsi qu'elle donne un précipité blanc avec les sels de plomb, de mercure, de zinc et d'argent; avec les deux derniers, le précipité se redissout dans un excès de pelletiérine. Avec l'azotate de cobalt, elle donne un précipité bleu; de même avec le sulfate de cuivre : un excès ne redissout pas ces précipités.

» Elle ne précipite pas le chlorure de platine. Elle précipite le chlorure de palladium et le chlorure d'or. Ce dernier précipité, assez soluble, est réduit à chaud.

» Enfin, comme les alcaloïdes, elle précipite par le tannin, l'eau bromée, l'iodure ioduré de potassium, l'iodure de mercure et de potassium, l'iodure de potassium et de cadmium, et l'acide phosphomolybdique. Le précipité formé avec le tannin est soluble dans un excès de réactif; celui formé par l'eau bromée est soluble dans un excès de pelletiérine.

« 5. *Sels.* — Les sulfate, chlorhydrate, azotate de pelletiérine que j'ai préparés sont cristallisés. Ces sels sont excessivement hygrométriques.

---

[1] La petite quantité dont je disposais ne m'a pas permis de prendre *exactement* son point d'ébullition.

Obtenus par évaporation de leurs solutions dans le vide sec, ils sont incolores; si ces solutions neutres sont évaporées à l'étuve, les sels sont colorés en jaune, et en même temps, par la perte d'une partie de la base, leur réaction est devenue acide. Ces sels sont légèrement odorants; leur saveur est amère et aromatique.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître la composition de cet alcaloïde volatil et j'en compléterai l'étude. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la distinction entre les sensations lumineuses et les sensations chromatiques.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une précédente Communication, faite avec la collaboration du Dr Landolt (18 février 1878), nous avons établi que les sensations de lumière et les sensations de couleur sont le résultat de deux fonctions bien distinctes, qui, intimement fusionnées dans l'exercice habituel de la vision, peuvent être nettement isolées l'une de l'autre par l'analyse physiologique. La sensation lumineuse est la réaction simple, primitive, essentielle, constante de l'appareil visuel; la sensation de couleur est une réaction secondaire, inconstante, variable suivant le point de la rétine considéré et suivant de nombreuses conditions expérimentales.

» Nous avons vu, en explorant les diverses parties de la rétine, la sensibilité chromatique varier indépendamment de la sensibilité lumineuse; nous allons montrer aujourd'hui que réciproquement la sensibilité lumineuse peut changer dans certaines conditions pendant que la sensibilité aux couleurs reste constante.

» Tout le monde sait que la vision est plus ou moins délicate suivant que l'œil sort d'un séjour suffisamment long dans l'obscurité, ou qu'il vient d'être pendant un certain temps exposé à l'action des rayons lumineux. Dans le premier cas, l'œil perçoit facilement des nuances qu'il serait incapable de distinguer dans son état d'activité ordinaire, et il est vivement impressionné par des lumières qui n'affectent pas un œil non reposé. Il est facile de s'assurer, à l'aide de la méthode que nous avons suivie dans nos expériences avec M. Landolt, que l'œil reposé dans l'obscurité jouit en effet d'une sensibilité lumineuse très-supérieure à celle de l'œil en activité. Cette supériorité, très-sensible quand on opère avec de la lumière blanche, est aussi facile à observer quand on se sert de différentes lumières mono-

chromatiques; il faut alors, pour produire la sensation lumineuse qui précède la distinction de la couleur, une proportion de lumière beaucoup plus faible; pour le vert par exemple, si l'on a trouvé 121 comme minimum de lumière produisant la sensation, on trouve qu'après un séjour de quinze à vingt minutes dans l'obscurité la sensation se produit avec une lumière égale à 16. (Ces chiffres expriment en millimètres carrés l'étendue de la lentille qui produit l'image lumineuse présentée à l'œil.)

» Pour le rouge, s'il a fallu 50 pour l'œil en activité, il ne faut plus que 12 pour l'œil reposé. Pour le bleu, il ne faut plus que 16, au lieu de 400.

» Or, si dans ces deux conditions expérimentales différentes, l'une d'un œil suffisamment reposé, l'autre d'un œil ayant déjà subi (à un degré moyen, bien entendu) l'action des rayons lumineux, on détermine suivant la même méthode quel minimum de chaque couleur il faut présenter à l'œil pour lui faire distinguer le ton de la couleur employée, on trouve le même minimum dans l'un et l'autre cas. En d'autres termes, la sensibilité chromatique n'est pas modifiée par l'exercice ou par le repos de l'appareil visuel, tandis que la sensibilité lumineuse est, sous les mêmes influences, profondément changée.

» Ce fait, joint à ceux que nous avons indiqués précédemment, montre une fois de plus que l'on doit distinguer absolument la sensibilité lumineuse de la sensibilité chromatique, puisque ces deux fonctions, comme nous l'avons montré, peuvent varier tout à fait indépendamment l'une de l'autre.

» Vient-on maintenant à se demander ce qu'il y a de changé dans l'appareil visuel quand on l'examine à l'état de repos ou à l'état d'activité, on songe tout d'abord à la fatigue, qui manque dans le premier cas, et qui pourrait exister dans le second; mais d'abord nous entendons par l'état d'activité de l'œil l'état dans lequel il se trouve du matin au soir, et nous ne croyons pas, surtout dans les conditions moyennes où nous nous sommes placé, qu'il intervienne là aucune fatigue; l'œil subit d'une manière continue l'action de la lumière, mais c'est là son état habituel et normal; on ne peut voir dans un œil normal un œil fatigué.

» Et puis, comment admettre que cette fatigue se fasse sentir à un tel degré sur la sensibilité lumineuse sans modifier en aucune façon la sensibilité chromatique? Tout le monde sait, au contraire, que la vraie fatigue, celle qui se fait sentir après l'action d'une lumière excessive, porte à la fois sur ces deux fonctions.

» Il y a donc là l'intervention d'un autre facteur, et nous ne pouvons

le chercher que dans le fait physiologique suivant, signalé par Boll et Kühne : il existe dans la rétine une substance chimique de couleur rouge, que la lumière décolore et qui se régénère dans l'obscurité. Si l'on veut admettre, comme cela est probable, que le nerf optique est excité, non pas directement par la lumière, mais indirectement par la modification chimique que la lumière produit dans le rouge rétinien, on expliquera tout naturellement la sensibilité supérieure de l'œil reposé par l'excès de substance photochimique que cet œil a acquise sous l'influence de l'obscurité.

» Nous avons d'ailleurs étudié ce phénomène du repos de l'œil dans plusieurs autres de ses détails, et les résultats que nous avons obtenus confirment, comme on le verra, cette interprétation (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'un tremblement réflexe dans le membre non paralysé, chez certains hémiplégiques.* Note de M. **J. Dejerine**, présentée par M. Vulpian.

« On sait que, dans une certaine catégorie de cas d'hémiplégie, en particulier dans ceux qui s'accompagnent de sclérose descendante et de contracture (bien que le symptôme dont nous allons parler ne soit pas cependant toujours constant dans ces cas-là), on peut produire dans les membres du côté paralysé, en imprimant aux extrémités de ces membres certaines positions déterminées, un tremblement d'une nature spéciale, tremblement rhythmé, à oscillations très-régulières, et plus ou moins persistant, selon les cas. Ce tremblement est, en général, assez difficile à produire dans le bras du côté paralysé, mais il est, au contraire, assez facilement obtenu dans la jambe du côté malade, en appliquant la main sur la plante du pied et en fléchissant plus ou moins fortement le pied sur la jambe. On voit alors le pied agité d'une trémulation convulsive, constituée par une série d'oscillations régulières, produites elles-mêmes par une succession de petits mouvements d'extension et de flexion alternatifs du pied sur la jambe. C'est cette forme de tremblement, bien connue depuis un certain nombre d'années, que l'on désigne sous le nom de *tremblement réflexe* des hémiplégiques. Ce tremblement unilatéral présente la plus grande ressemblance avec le tremblement bilatéral des deux membres inférieurs, que l'on ob-

(¹) Travail du laboratoire d'Ophthalmologie de l'École des Hautes Études.

serve dans certaines formes de paraplégie, dans les compressions de la moelle par exemple, ou dans la sclérose en plaques disséminées, et que certains auteurs ont désigné sous le nom d'*épilepsie spinale*.

» Jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, le tremblement réflexe du membre inférieur, chez les hémiplégiques, n'a jamais été observé que dans le membre du côté paralysé.

» Les recherches que j'ai entreprises à cet égard démontrent d'une façon très-nette que, dans certains cas, ce tremblement réflexe s'observe dans le membre inférieur du côté sain, aussi bien que dans celui du côté malade, et qu'il s'y observe même assez fréquemment.

» Sur une quinzaine d'hémiplégiques, examinés à ce point de vue, j'ai rencontré cinq fois le tremblement réflexe du pied du côté sain, en même temps que celui du côté paralysé.

» Les cinq hémiplégies dans lesquelles j'ai constaté ce tremblement bilatéral étaient des hémiplégies communes, vulgaires, durant depuis deux à trois ans, portant uniquement sur la motilité et très-prononcées, car, dans quatre des cas, la marche et la station debout, sans que les malades fussent maintenus en équilibre, étaient impossibles.

» Voici ce que j'ai observé sur ces cinq malades :

» Le tremblement réflexe du membre sain était aussi intense et durait aussi longtemps que le tremblement du membre paralysé. Ce tremblement se produisait dans l'un et dans l'autre des membres inférieurs, par la simple flexion du pied sur la jambe, et durait très-longtemps, en imprimant à la main de l'observateur un tremblement régulier et énergique. En agissant à la fois sur les deux membres inférieurs, on obtenait un tremblement bilatéral. La flexion brusque du gros orteil était loin d'arrêter toujours le tremblement, mais, dans certains cas, une constriction énergique des muscles de la région jambière postérieure faisait cesser le phénomène.

» Chez deux malades, le tremblement du membre sain s'observait à l'occasion du moindre mouvement volontaire.

» Tous ces malades avaient une contracture très-prononcée du bras et de la jambe du côté paralysé.

» Du côté sain, le membre inférieur et le membre supérieur ne présentaient aucune espèce de paralysie, soit de la motilité, soit de la sensibilité; tous les malades pouvaient se tenir longtemps dans la station debout, sur leur membre sain, à la seule condition qu'on les aidât à se maintenir dans un certain état d'équilibre.

» A première vue, un observateur non prévenu, en voyant ce tremblement réflexe des deux membres inférieurs, eût conclu à l'existence d'une paraplégie, par compression de la moelle par exemple : on sait, en effet, que c'est surtout dans les cas de ce genre que l'on observe ce phénomène; mais l'examen du malade, en montrant, d'une part, une hémiplégie complète de tout un côté du corps, et d'autre part une intégrité absolue de la motilité du côté opposé, dans le membre supérieur comme dans le membre inférieur, excluait aussitôt la possibilité d'une hypothèse de ce genre.

» Le phénomène clinique que nous décrivons, et qui existe chez certains hémiplégiques, n'est pas jusqu'à présent d'une interprétation physiologique très-facile, et, à cet égard, nous ne pouvons que formuler une hypothèse assez vraisemblable, mais à laquelle manque encore la sanction d'un examen anatomique. Peut-être, la sclérose latérale descendante, qui est constante dans les hémiplégies anciennes avec contracture, et qui, comme on le sait, se systématise dans la partie postérieure du cordon latéral du côté de la paralysie, s'est-elle, dans les cas que nous publions, propagée au cordon latéral du côté sain, et la moelle lombaire est-elle atteinte de sclérose bilatérale descendante, comme dans certains cas de paraplégie par mal de Pott par exemple : c'est aux recherches ultérieures qu'il appartient de démontrer ou d'infirmer l'exactitude de cette hypothèse.

» *Conclusions.* — Chez certains hémiplégiques, qui au premier abord ne diffèrent en rien des hémiplégiques ordinaires, on détermine dans le membre du côté sain, par la flexion du pied sur la jambe, un tremblement réflexe, en tous points analogue à celui qui existe dans le membre inférieur du côté paralysé. »

ANATOMIE. — *Sur les terminaisons des nerfs dans les glandes sudoripares de la patte du chat.* Note de M. **P. Coyne** ([1]), présentée par M. Vulpian.

« Les excitations de certaines parties des centres nerveux et des nerfs amènent, comme on le sait, des modifications très-remarquables dans l'activité sécrétoire des glandes sudoripares.

» J'ai entrepris, à l'instigation de M. Vulpian, de rechercher sur le chat, dont la patte, par sa face plantaire, se prête à l'étude de ce phénomène, quelles peuvent être les relations anatomiques existant entre les glandes su-

([1]) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

doripares de cette région et les nerfs périphériques par l'intermédiaire desquels est transmise cette influence nerveuse.

» J'ai fait usage, pour cette recherche, de l'acide formique à 4 pour 100 et de chlorure d'or à 1 pour 100, en faisant subir à ce procédé quelques modifications de détail, nécessitées par la compacité des tissus et par la présence de nombreux lobules adipeux.

» J'ai fait des coupes fines des fragments durcis dans l'alcool absolu dans deux directions : 1° dans le sens vertical; 2° parallèlement à la surface. De ces dernières coupes je n'ai eu à utiliser que celles qui correspondaient aux couches les plus profondes de la peau.

» Sur les coupes verticales, on voit que les glandes sudoripares de la patte du chat sont très-longues, très-irrégulières, très-tortueuses et se terminent à la face profonde du tissu cellulo-adipeux par un lobule. Ce lobule est formé par l'enroulement en 8 de chiffre du tube glandulaire renflé à ce niveau et qui envoie en différents sens d'assez nombreux diverticules en doigt de gant. C'est également à ce même niveau que les troncs nerveux de la face profonde de la peau forment un plexus horizontal important, d'où partent des troncs plus petits et ascendants qui se rendent ensuite dans les parties superficielles de la peau.

» De ce plexus et des troncs nerveux qui le constituent partent de petits filets composés de fibres nerveuses amyéliniques. Ces filets sont indépendants des vaisseaux et sont remarquables par les ondulations qu'ils présentent. On en voit manifestement quelques-uns venir se rendre aux lobules terminaux des glandes sudoripares, qui chez le chat sont particulièrement riches en filets nerveux.

» Les petits filets dont je viens de parler, composés de trois à quatre fibres nerveuses, s'accolent à la face extérieure du tube glandulaire; d'abord isolés de ce tube, ils se perdent dans sa gaîne conjonctive et dans la membrane limitante de cette portion de la glande. Les fibres nerveuses qui les constituent, remarquables par leur coloration noire et leur aspect ondulé, ne disparaissent pas toutes en même temps dans la gaîne de la glande. On les voit se détacher successivement des filets ou troncules. Lorsqu'elles s'en séparent, elles ne sont plus représentées que par le cylindre-axe : elles disparaissent alors dans les parois du tube glandulaire; cependant on peut les suivre jusque dans le voisinage de la membrane limitante.

» Je n'ai pas pu suivre plus loin les éléments nerveux, le chlorure d'or, par sa réduction, ayant rendu l'épithélium glandulaire complétement opaque.

» Dans d'autres cas, il m'a paru que de simples fibres nerveuses, plus volumineuses que les précédentes, mais également amyéliniques, partant de troncs nerveux, se dirigeaient en droite ligne vers le tube glandulaire, se divisaient dans son voisinage immédiat en deux ou trois fibres secondaires et se terminaient dans des cellules extérieures à la membrane limitante. Ces éléments cellulaires sont ou triangulaires ou allongés, avec des prolongements multiples. Leurs caractères rappellent assez bien ceux des cellules nerveuses par leur forme multipolaire, la grosseur de leur noyau, l'apparence grenue de leur protoplasma.

» Il résulte de mes recherches que le cul de sac glandulaire de la glande sudoripare entre en relation avec le système nerveux périphérique de deux manières : 1° par des tubes nerveux qui se perdent dans la membrane limitante ; 2° par des cellules essentiellement différentes des cellules conjonctives et analogues par leurs caractères à des cellules nerveuses multipolaires. Ces cellules sont situées également en dehors de la membrane limitante.

» Il m'a été impossible de suivre plus loin ces éléments nerveux et de saisir leurs relations avec les éléments épithéliaux. Ce point d'Anatomie sera le sujet de nouvelles recherches. »

ENTOMOLOGIE. — *Métamorphose et sexués du Puceron du peuplier*, Pemphigus spirothecæ, Pass. (¹). Note de M. Lichtenstein.

« Depuis les diverses Communications relatives à la génération des Pucerons que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai continué mes élevages avec succès et tous les résultats viennent confirmer mes théories.

» Cette fois-ci c'est un Puceron de la galle en spirale sur le pétiole des feuilles du peuplier, que j'ai pu suivre tout cette hiver. Voici son histoire:

» Fin novembre et dans les premiers jours de décembre, les galles sont remplies de Pucerons ailés. C'est la forme que j'appelle *pupifère*. Elle m'a déposé en tube les petites pupes de deux grandeurs différentes, d'où sont sortis, dès le second jour, les insectes sexués. Ils sont privés de rostre; le mâle a un pénis saillant; sous l'abdomen la femelle laisse voir par transparence son gros œuf unique qui la remplit en entier. Leur longueur est de $0^{mm},50$ et $0^{mm},56$. Leurs antennes courtes et trapues ont quatre

(¹) Réaumur, t. III, f° 308.

articles à peu près de même grandeur, le dernier coupé un peu en biseau et ayant une petite dent à l'extrémité.

» La femelle pond son œuf unique, trois ou quatre jours après l'accouplement; elle l'entoure d'une sécrétion laineuse, blanche, et meurt à côté de lui. J'ai trouvé en liberté, dans de vieilles galles, le même œuf, avec la femelle morte. Cet œuf est d'un blanc sale avec l'extrémité un peu plus foncée. Cet œuf a passé l'hiver et est éclos du 15 au 20 avril; le petit qui en sort ressemble assez à ses parents, mais il a un rostre qui dépasse la troisième paire de pattes. Ses cuisses intermédiaires ont une petite dent à leur base. Mis sur une jeune pousse de peuplier, il s'est fixé tout de suite sur le pétiole et a formé une galle qui aujourd'hui, 10 mai, a déjà la grosseur d'un petit pois.

» Nous avons donc encore ici, comme chez les Phylloxeras, un œuf *unique* comme point de départ.

» Ceux qui ont bien voulu accorder quelque attention à mes travaux précédents savent que cet œuf unique donnera naissance à une larve à gemmation multiple, tandis que, chez les insectes à ponte nombreuse, la gemmation de la larve est simple et se réduit à un changement de peau.

» En considérant comme un état larvaire ce qu'on a appelé jusqu'à présent des *femelles ailées vivipares*, tous les miracles d'hermaphroditisme et de parthénogénèse disparaissent, et les pucerons sont ramenés, comme tous les insectes, à quatre phases larvaires terminées chacune par une forme imitant tellement celle d'une femelle que je les appellerai *fausses femelles* ou *pseudogynes*.

» Ces fausses femelles apparaissent deux fois sous forme aptère, deux fois sous forme ailée et la seconde forme ailée fournit comme gemmation des pupes sexuées. J'espère être très-prochainement en mesure de fournir de nouveaux matériaux à l'histoire des Pucerons des galles du peuplier et de l'ormeau, en ayant de grandes quantités en observation. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'œuf d'un poisson du groupe des Squales*, Stegostoma tigrinum, *Broussonnet*. Note de M. L. **Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Chez la plupart des poissons élasmobranches, l'œuf dépourvu d'une coque protectrice dure est retenu dans les organes maternels jusqu'au complet développement du petit; pour quelques-uns au contraire, ce corps,

revêtu d'une enveloppe cornée, est pondu directement et subit une évolution extérieure. Cette dernière condition est exclusivement présentée chez les Squales par certaines espèces de la première section, établie par MM. Muller et Henle, les *Scylliida*, désignés d'ordinaire sous le nom de *Roussettes*.

» La forme de la coque est connue aujourd'hui dans les deux espèces de *Scyllium* de nos côtes, chez le *Pristiurus melanostomus*, Rafin., chez les *Chiloscyllium punctatum*, Kuhl et v. Hass., et *Ginglymostoma cirratum*, Linné, ce qui fait en somme quatre genres, sans tenir compte d'un rapprochement qu'Auguste Duméril, dans un excellent résumé de nos connaissances sur ce sujet, suppose, sous toutes réserves, pouvoir être établi entre un œuf de forme bizarre, trouvé sur les côtes de l'Australie, et le *Crossorhinus barbatus*, Gml., hypothèse que l'observation directe n'a pas encore confirmée. La femelle abandonnant ses œufs aussitôt après la ponte, il faut en effet un concours de circonstances assez rares à rencontrer pour qu'il soit possible de rapporter ceux-ci à l'animal qui les produit. On ne peut guère résoudre cette question que dans deux cas, soit par l'examen anatomique d'une femelle prise à une époque favorable et présentant dans les oviductes les œufs entièrement formés, soit lorsque le fœtus, encore contenu sous ses enveloppes, est assez développé pour permettre d'établir ses caractères spécifiques.

» Cette dernière condition s'est trouvée réalisée sur deux œufs de Squales offerts au Muséum, l'un par M. Poucher, en 1870, et recueilli à la Nouvelle-Calédonie, l'autre pris à Aden, il y a quelques mois, par M. Edouard Thierry : ils proviennent du *Stegostoma tigrinum*, Broussonnet. Les coques cornées de couleur sombre, brun rougeâtre, longues de $0^m,12$ à $0^m,13$, larges de $0^m,08$, ont la forme d'un quadrilatère allongé : les faces sont bombées et légèrement striées dans le sens du grand axe ; l'un des bords épaissi présente cette fente longitudinale, qui paraît jouer un rôle important dans la respiration et la nutrition du fœtus. Les angles sur l'un et l'autre exemplaire ne présentent pas trace de ces prolongements filamenteux si développés chez les *Scyllium*, plus réduits et n'existant qu'à l'une des extrémités chez les *Pristiurus* ; sous ce rapport, ces œufs se rapprocheraient de ceux des *Chiloscyllium*, et des *Ginglymostoma*, sans en avoir toutefois la forme ovoïde, presque globuleuse.

» M. Edouard Thierry, en ouvrant la coque, y trouva un petit Squale assez avancé dans son développement. La longueur du fœtus est de $0^m,20$; le vitellus, formant une sphère d'environ $0^m,05$ de diamètre, est suspendu à

l'ombilic par un pédicule long de $0^m,04$; le poids total du contenu de l'œuf est de 57 grammes. L'examen des caractères de cet animal, qui est dans un état de parfaite conservation, permet de le rapporter sans aucun doute à l'espèce désignée plus haut.

» Cette observation fait connaître la composition et la forme de l'œuf dans un nouveau genre de Squales appartenant encore à la famille des Roussettes, mais la coque, tout en se rapprochant du type habituel, diffère cependant des enveloppes analogues connues jusqu'ici et donne un intermédiaire entre les œufs des *Scyllium* et ceux des *Ginglymostoma,* joignant à la forme générale des premiers l'absence de prolongements constatée chez les seconds. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie*. Note de M. **V.-H. Hermite.**

« *Les pressions latérales, les failles.* — Pour simplifier l'exposé de ces phénomènes complexes, examinons d'abord les effets de forces dirigées de bas en haut agissant sur un terrain horizontal formé de strates superposées et dont l'élasticité serait nulle. Dans ces conditions, il se produira un bombement que nous supposerons engendré par un profil mené suivant les lignes de plus grandes pentes et se mouvant parallèlement à lui-même le long d'une ligne droite horizontale. L'étendue initiale des strates augmentera depuis la plus profonde, restée horizontale, jusqu'à celle de la surface du terrain; pour racheter ces différences de grandeur, il se produira des fractures en forme de *coin*, qui découperont le terrain en une suite de bandes parallèles entre elles et perpendiculaires au profil générateur. Les joints des prismes ainsi formés s'établiront suivant les lignes de moindre résistance, c'est-à-dire perpendiculairement à la surface du terrain. Tous les plans des fractures situées sur les pentes du bombement seront inclinés sur la verticale et se dirigeront sous le plateau ; en sorte que, si l'on considère ces plans deux à deux sur chaque versant opposé, ils formeront les joues de *coins* dont le plateau serait la tête. Il résulte de cette circonstance que si, par une cause quelconque, le plateau vient à s'enfoncer, il produira des pressions latérales dont la grandeur sera fonction de l'inclinaison des joints, de la masse effondrée et de sa dénivellation. Ajoutons que cet enfoncement ne peut avoir lieu sans relever un volume équivalent des parties voisines des zones des pentes.

» On peut, avec quelques modifications, appliquer ces considérations aux

mouvements secondaires que nous étudions ; car, si des fractures peuvent ne pas se produire dans une oscillation géogénique, à raison de la grandeur des rayons de courbure et de l'élasticité des roches, il n'en est plus de même pour des mouvements qui plieraient dans le sens de la largeur la bande relativement étroite de la zone des flancs, parce que les rayons de courbure y sont beaucoup plus petits.

» Comme c'est l'ablation de la zone des flancs qui est la cause déterminante des mouvements secondaires, il est nécessaire d'examiner l'influence qu'elle a pu avoir sur les conditions des fractures. Or, d'après ce qu'on sait sur la nature de la courbe de l'ablation, il est clair que l'inclinaison des fractures qui lui sont perpendiculaires fait avec la verticale un angle d'autant plus grand que les fractures sont plus voisines du plateau et que, si l'on considère deux fractures voisines du plateau, situées de part et d'autre sur les flancs opposés, elles formeront, comme dans le cas précédent, les joues d'un coin dont le plateau serait la tête. Cette disposition paraît correspondre à l'origine et au mécanisme des pressions latérales, dont on pourra, dans certains cas, mesurer approximativement la grandeur par la dénivellation des strates et l'inclinaison des fractures.

» Considérons maintenant l'action des forces soulevantes sur la zone des flancs ainsi découpés par les fractures en bandes parallèles. Chacune de ces bandes participant de la forme générale de l'ablation, c'est-à-dire étant plus profondément dénudée dans la partie plus voisine du plateau, subira, dans cette partie, une action plus grande, puisque le poids y est moins considérable. Ces bandes prendront donc toutes une inclinaison plus grande, puisque le poids y est moins considérable. Ces bandes prendront donc toutes une inclinaison plus grande que celle qu'elles avaient avant d'avoir éprouvé l'action des forces soulevantes. La courbe initiale de l'ablation, au lieu de rester sensiblement continue, prendra la forme d'une *scie*, dont la pente des dents sera disposée de façon que les pentes roides regarderont le plateau. Cette disposition représente l'architecture normale de la périphérie des bassins dans toute la vaste zone qui s'étend jusqu'aux aspérités des montagnes.

» Par suite de l'action des forces soulevantes, les fractures seront transformées en *failles* dont le *toit* semblera avoir glissé sur le *mur*, mais dont le mécanisme est précisément inverse, quoique présentant la même apparence.

» Plusieurs autres circonstances qui accompagnent les failles peuvent également s'expliquer sans s'écarter du même ordre d'idées, c'est-à-dire en les rattachant au principe de la pesanteur.

» L'affaissement de la zone des plateaux, tout en déterminant des pressions latérales, fait surgir dans son voisinage, sur les zones des flancs, un volume égal à celui qui s'est affaissé. Cet effet vient s'ajouter à celui des forces soulevantes, qui a déterminé l'architecture normale des bassins; il agit de la même manière sur les fractures en accentuant les reliefs; il donne par sa combinaison avec les pressions latérales le relief souvent si complexe des montagnes.

» *Périodes glaciaires et interglaciaires.* — Avant la production des mouvements secondaires, l'oscillation géogénique présentait une zone de plateaux couverts de neiges persistantes, d'une étendue comparable, sinon égale, à celle de la plaine helvétique, de la vallée du Rhin, etc. Les glaciers alimentés par des surfaces aussi considérables devaient s'étendre au loin et fournir un terrain erratique dont les glaciers actuels ne peuvent nous donner qu'une faible idée. L'affaissement de la zone des plateaux, tout en mettant fin à la période glaciale, a relevé en même temps et par place le terrain glaciaire à des hauteurs anormales qui devaient contribuer à rendre énigmatique la conception de cette période.

» L'explication que nous proposons d'une période si rapprochée de l'époque actuelle semble s'accorder, d'une part, avec le fait observé que les périodes glaciaires n'ont pas contribué pour beaucoup à l'extinction des espèces et, d'autre part, avec l'existence de périodes interglaciaires qui excluent la plupart des explications proposées, et en particulier celles qui sont tirées des considérations astronomiques.

» Les périodes interglaciaires s'expliquent de la même manière, par une série de mouvements secondaires, dont nous avons parlé dans notre précédente Note. La seule condition à remplir pour leur production est que l'oscillation géogénique qui accompagne ces mouvements intermittents ait relevé jusqu'à la hauteur des neiges persistantes leur niveau supérieur.

» *Phénomènes calorifiques.* — La seconde proposition fondamentale exposée dans la troisième Note sur l'unité des forces, en établissant que l'amplitude des oscillations géogéniques diminue de grandeur, depuis les périodes géologiques anciennes, conduit à établir que la chaleur développée par ces oscillations a été aussi en diminuant. En effet, on peut admettre que la quantité de mouvement absorbée par la cohésion, et qui s'est nécessairement transformée en chaleur, a diminué proportionnellement avec la grandeur des oscillations. Cette chaleur, communiquée par le sol à l'atmosphère et combinée avec la différence d'altitude des terres émergées, a pu créer ces climats que les géologues attribuent aux périodes anciennes.

» Pareillement, la chaleur développée par les mouvements secondaires, et en particulier par l'affaissement de la zone des plateaux a dû diminuer et atténuer les phénomènes éruptifs depuis les anciennes périodes géologiques. »

M. **Broun** adresse une nouvelle Note sur le synchronisme des variations magnétiques et des taches solaires.

M. A. **Maistrasse** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 30 avril 1877.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « Planches métalliques pouvant remplacer la pierre lithographique et même le zinc ».

M. A. **Horváth** transmet à l'Académie une Lettre de M. le professeur de Bary, concernant sa Communication sur « l'influence du repos et du mouvement sur la multiplication des bactéries (1) » :

« Mon cher Docteur,

» Je certifie avec plaisir qu'il y a plus de deux ans, c'est-à-dire dans l'automne de 1875, vous vous êtes occupé dans mon laboratoire de recherches relatives à une question soulevée par vous, celle de l'empêchement qu'apporte à la multiplication des bactéries une agitation mécanique spéciale, expériences qui n'ont été arrêtées à cette époque que par suite de l'insuffisance des appareils employés pour produire l'agitation.

» Mes salutations amicales.

» Votre tout dévoué

» Dr A. de Bary. »

M. Ch. **Fromont** adresse un Mémoire sur divers sujets de philosophie scientifique.

M. **Gazan** adresse une Note relative aux taches et aux protubérances solaires.

M. A. **Gérard** adresse une Note relative au téléphone.

M. L. **Hugo** adresse une Note intitulée : « Sur la régularité géométrique dans l'espace, comme base absolue ».

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

---

(1) *Comptes rendus*, 18 mars 1878.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 MAI 1878.

Mémoire sur le type garumnien; par M. E. LEYMERIE, suivi d'une *Description des Oursins de la Colonie; par* M. G. COTTEAU, sans lieu ni date; br. in-8°.

Nouvelles recherches sur la fermentation ammoniacale de l'urine et la génération spontanée; par MM. P. CAZENEUVE et Ch. LIVON. Coulommiers, imp. A. Ponsot, 1877; in-8°.

Recherches expérimentales sur la fermentation ammoniacale de l'urine; par MM. P. CAZENEUVE et Ch. LIVON; 2e Mémoire. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; n° 1, 1878. Lyon, imp. Storck, 1878; in-8°.

Études théoriques sur le son et la musique; par GIROD AUGUSTE. Annecy, A. L'Hoste, 1878; br. in-8°.

Voltaire et le Centenaire; par le Dr MOURA. Paris, E. Dentu, 1878; in-18.

WAGNER et GAUTIER. *Nouveau traité de Chimie industrielle*; t. I, fascicule 5. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; 4e série, t. IV. Paris, Didron, Lille, Quarré, 1878; in-8°.

Du mercure. Action physiologique et thérapeutique; par le Dr H. HALLOPEAU. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. IV, 4e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1878, avril. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

ANONYME. Mémoire n° 1, *démontrant qu'il n'y a point de quantités imaginaires. Considérations sur l'infini.* Mémoire n° 2 (texte et planches) : *Courbes et surfaces inédites. Considérations diverses.* Rennes, imp. Oberthur et imp.

Bodin, sans date; 3 broch. in-8° autographiées. (Renvoi au Concours Poncelet, 1878.)

Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel sur le concours des chronomètres observés en 1877. Locle, Société Locloise d'imprimerie, 1878; br. in-8°.

Quale sia il limite fra le Alpi e gli Apennini; per P. CANEPA. Genova, Sambolino, 1878; in-8°.

Sui telefoni senza lamine. Communicazione del prof. Fr. ROSSETTI. Venezia, tip. Antonelli, 1878; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; febbraio, marzo, aprile 1878. Roma, 1878; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXV, 1877-78, serie terza. Transunti, vol. II, fasc. 4°, marzo 1878. Roma, Salviucci, 1878; in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; disp. 4ª, aprile 1878. Palermo, tip. Lao, 1878; in-4°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo; anno 1876-1877, vol. XII. Palermo, tip. Lao, 1877; in-4°.

On the solutions of the equation $V\rho\varphi(\rho) = 0$, $\varphi(\rho)$ *representing a linear vector-function, generally not self-conjugate; by* G. PLARR. Sans lieu ni date; br. in-4°.

The proceedings of the Linnean Society of new South Wales; vol. II, Part the second. Sydney, Foster and Fairfax, 1877; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mai 1878.)

Page 1153, ligne 15, *au lieu de* chez quelques-unes, sinon chez les Halophytes, *lisez* chez quelques-unes, sinon chez la totalité des Halophytes.

(Séance du 13 mai 1878.)

Page 1165, ligne 7 en remontant, après les mots arguments des fonctions, *ajoutez* hyperboliques et circulaires.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 Mai 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 20.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS
HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 21 (27 Mai 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55

1878.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des sinus des ordres supérieurs* (1); par M. YVON VILLARCEAU. (Extrait.)

Calcul de $\varphi_\mu(ix)$.

« En remplaçant, dans les formules (13), y par x, puis par $2x$, $3x$, ..., ix, on obtiendra successivement les valeurs de $f(2x)$, $f(3x)$, ..., $f(ix)$; mais il sera bon de vérifier l'ensemble des résultats obtenus, en calculant directement $f(ix)$.

» Soient, pour abréger,

$$z = e^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}, \quad \varphi_\mu x = a_\mu: \tag{42}$$

l'équation (8) pourra s'écrire

$$e^{xz} = \sum_0^{m-1} a_\mu z^\mu. \tag{43}$$

(1) Voir les *Comptes rendus* de la séance précédente.

» En élevant les deux membres à la puissance i, et désignant par $A_0, A_1, A_2, \ldots, A_{i(m-1)}$ les coefficients de $z^0, z^1, z^2, \ldots, z^{i(m-1)}$ dans le développement du second membre, on aura

$$(44)\quad e^{ixz} = \left(\sum_0^{m-1} a_\mu z^\mu\right)^i = A_0 + A_1 z + A_2 z^2 + A_3 z^3 + \ldots + A_{i(m-1)} z^{i(m-1)},$$

et l'on obtiendra aisément, entre les coefficients A et a, les relations

$$(45)\quad \left\{\begin{array}{l}
A_0 \quad = a_0^i, \\
1\, A_1 a_0 = 1\, i A_0 a_1, \\
2\, A_2 a_0 = 2 i A_0 a_2 + (1\, i - 1) A_1 a_1, \\
3\, A_3 a_0 = 3 i A_0 a_3 + (2 i - 1) A_1 a_2 + (1\, i - 2) A_2 a_1, \\
4\, A_4 a_0 = 4 i A_0 a_4 + (3 i - 1) A_1 a_3 + (2 i - 2) A_2 a_2 + (1\, i - 3) A_3 a_1, \\
5\, A_5 a_0 = 5 i A_0 a_5 + (4 i - 1) A_1 a_4 + (3 i - 2) A_2 a_3 + (2 i - 3) A_3 a_2 + (i - 4) A_4 a_1, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ;
\end{array}\right.$$

d'où l'on déduira les valeurs des coefficients A.

» Or la première équation (42) donne

$$z^m = (-1)^n;$$

d'où, en désignant par k un nombre entier,

$$z^{mk} = (\pm 1)^k. \qquad n \left\{\begin{array}{l}\text{pair.}\\ \text{impair.}\end{array}\right.$$

» Il suit de là que tous les exposants du développement (44) pourront être réduits à ne pas atteindre m, si l'on y supprime tous les multiples de m, et que l'on affecte les résultats du signe de $(\pm 1)^k$; de cette manière, l'expression (44) deviendra

$$e^{ixz} = \left.\begin{array}{r}A_0\\ \pm A_m\\ + A_{2m}\\ \pm A_{3m}\\ \ldots\ldots\\ (\pm 1)^{i-1} A_{(i-1)m}\end{array}\right| z^0 + \left.\begin{array}{r}A_1\\ \pm A_{m+1}\\ + A_{2m+1}\\ \pm A_{3m+1}\\ \ldots\ldots\\ (\pm 1)^{i-1} A_{(i-1)m+1}\end{array}\right| z^1 + \left.\begin{array}{r}A_2\\ \pm A_{m+2}\\ + A_{2m+2}\\ \pm A_{3m+2}\\ \ldots\ldots\\ (\pm 1)^{i-1} A_{(i-1)m+2}\end{array}\right| z^2 + \left.\begin{array}{r}A_3\\ \pm A_{m+3}\\ + A_{2m+3}\\ \pm A_{3m+3}\\ \ldots\ldots\\ (\pm 1)^{i-1} A_{(i-1)m+3}\end{array}\right| z^3 + \ldots + \left.\begin{array}{r}A_{m-1}\\ \pm A_{2m-1}\\ + A_{3m-1}\\ \pm A_{4m-1}\\ \ldots\ldots\\ (\pm 1)^{i-1} A_{im-1}\end{array}\right| z^{m-1}$$

» Actuellement, remplaçons, dans (43), x par ix, et observons que a_μ devient alors, en vertu de (42), égal à $\varphi_\mu(ix)$; nous aurons

$$(46)\quad e^{ixz} = \varphi_0(ix) + \varphi_1(ix)z + \varphi_2(ix)z^2 + \varphi_3(ix)z^3 + \ldots + \varphi_{m-1}(ix)z^{m-1}.$$

De ce développement et du précédent, on déduit finalement

$$(47)\quad \left\{\begin{array}{l} \varphi_0(ix) = \mathrm{A}_0 \pm \mathrm{A}_m + \mathrm{A}_{2m} \pm \mathrm{A}_{3m} + \ldots (\pm 1)^{i-1}\mathrm{A}_{(i-1)m}, \\ \varphi_1(ix) = \mathrm{A}_1 \pm \mathrm{A}_{m+1} + \mathrm{A}_{2m+1} \pm \mathrm{A}_{3m+1} + \ldots (\pm 1)^{i-1}\mathrm{A}_{(i-1)m+1}, \\ \varphi_2(ix) = \mathrm{A}_2 \pm \mathrm{A}_{m+2} + \mathrm{A}_{2m+2} \pm \mathrm{A}_{3m+2} + \ldots (\pm 1)^{i-1}\mathrm{A}_{(i-1)m+2}, \\ \varphi_3(ix) = \mathrm{A}_3 \pm \mathrm{A}_{m+3} + \mathrm{A}_{2m+3} \pm \mathrm{A}_{3m+3} + \ldots (\pm 1)^{i-1}\mathrm{A}_{(i-1)m+3}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \varphi_{m-1}(ix) = \mathrm{A}_{m-1} \pm \mathrm{A}_{2m-1} + \mathrm{A}_{3m-1} \pm \mathrm{A}_{4m-1} + \ldots (\pm 1)^{i-1}\mathrm{A}_{im-1}, \end{array}\right.$$

relations où l'on prendra les signes supérieurs ou inférieurs, suivant qu'il s'agira du genre hyperbolique ou elliptique, en y changeant les φ en $\mathfrak{f}$ ou f.

» Quant au *genre parabolique*, on aura, en vertu de (27) et (28),

$$(48)\qquad \varphi_0(ix) = 1, \quad \varphi_\mu(ix) = \frac{(ix)^\mu}{1.2.3\ldots\mu}.$$

» Les sinus de l'ordre zéro et du premier ordre ont seuls une période réelle ou imaginaire. Les sinus des ordres supérieurs ne sont pas des fonctions périodiques : néanmoins, leurs maxima, zéros et minima répondent à des valeurs de la variable qui tendent vers l'équidifférence : ils accusent ainsi l'existence d'une sorte de périodicité; la somme des carrés de ces fonctions accuse, d'autre part, une variation progressive de leur valeur moyenne. A cause de ce caractère mixte, l'auteur de la découverte des nouveaux sinus les considère comme éminemment propres à la représentation d'un grand nombre de phénomènes, tels que les mouvements des corps célestes, etc.

TANGENTES DES ORDRES SUPÉRIEURS.

» Si l'on divise les $m-1$ fonctions $\varphi_1 x, \varphi_2 x, \ldots, \varphi_{m-1}x$ par $\varphi_0 x$, on obtient $m-1$ fonctions nouvelles, analogues aux tangentes circulaires ou hyperboliques : en les désignant par $\tau_\mu x\,(\mu > 0)$, on aura, par définition,

$$(49)\qquad \tau_\mu x = \frac{\varphi_\mu x}{\varphi_0 x}.$$

» Ces fonctions donnent lieu à des formules de sommation que nous nous dispenserons de présenter ici. On trouvera aisément que l'expression générale de leurs dérivées est

$$(50) \qquad \frac{d\tau_\mu x}{dx} = \tau_{\mu-1} x \mp \tau_\mu x \, \tau_{m-1} x. \qquad \text{Genre} \begin{cases} \text{hyperbolique.} \\ \text{elliptique.} \end{cases}$$

» Nous signalerons, en terminant, les relations existant entre les sinus du deuxième ordre ($m = 3$), genre *hyperbolique*, et les fonctions de deux variables que M. Appell a fait connaître dans sa Communication du 19 mars 1877 (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 540). Si l'on y remplace, pour plus de clarté, θ et φ par x et y, il est facile de s'assurer que les fonctions de deux variables, P, Q, R, de M. Appell, s'expriment algébriquement, au moyen de fonctions $\mathfrak{f}$ de chacune des variables x et y, comme il suit :

$$\begin{aligned} P(x,y) &= \mathfrak{f}_0 x \, \mathfrak{f}_0 y + \mathfrak{f}_1 x \, \mathfrak{f}_1 y + \mathfrak{f}_2 x \, \mathfrak{f}_2 y \text{ (1)}, \\ Q(x,y) &= \mathfrak{f}_1 x \, \mathfrak{f}_0 y + \mathfrak{f}_2 x \, \mathfrak{f}_1 y + \mathfrak{f}_0 x \, \mathfrak{f}_2 y, \\ R(x,y) &= \mathfrak{f}_2 x \, \mathfrak{f}_0 y + \mathfrak{f}_0 x \, \mathfrak{f}_1 y + \mathfrak{f}_1 x \, \mathfrak{f}_2 y. \end{aligned}$$

En faisant usage de nos relations (9), on obtient, avec la plus grande facilité, les dérivées de P, Q, R, par rapport à x et y, dérivées qui se trouvent être égales à l'une de ces mêmes quantités P, Q, R. »

THERMODYNAMIQUE. — *De la détermination des chaleurs spécifiques, à pression constante et à volume constant, d'un corps quelconque et de celle de sa fonction caractéristique.* Note de M. **Phillips**.

PREMIÈRE PARTIE. — DÉTERMINATION DES CHALEURS SPÉCIFIQUES.

« Soient, pour le corps dont il s'agit :
T la température absolue;
p la pression;
v le volume spécifique;
c la chaleur spécifique à pression constante;
c_1 la chaleur spécifique à volume constant;
A l'équivalent calorifique du travail.

---

(1) Les $\mathfrak{f}_\mu x$ se déduiront des $f_\mu x$ [équation (33)], en y changeant le signe de x et, en outre, celui de $f_1 x$.

» En prenant p et v pour les deux variables indépendantes, on a

$$\text{(1)} \qquad T = F(p, v).$$

Je suppose cette fonction F connue.

On a, comme on sait, en observant que F représente T, les deux équations suivantes :

$$\text{(2)} \qquad (c - c_1)\frac{d^2F}{dp\,dv} + \frac{dc}{dp}\frac{dF}{dv} - \frac{dc_1}{dv}\frac{dF}{dp} = A$$

et

$$\text{(3)} \qquad (c - c_1)\frac{dF}{dp}\frac{dF}{dv} = AF.$$

» Proposons-nous de les résoudre par rapport à c et c_1. Or, en éliminant c_1, il vient

$$\text{(4)} \qquad \frac{dF}{dv}\frac{dc}{dp} - \frac{dF}{dp}\frac{dc}{dv} = AF\frac{\frac{d^2F}{dv^2}}{\left(\frac{dF}{dv}\right)^2};$$

équation linéaire, aux dérivées partielles, du premier ordre.

» Pour obtenir son intégrale générale, résolvons les deux équations différentielles simultanées

$$\text{(5)} \qquad \frac{dp}{\frac{dF}{dv}} = -\frac{dv}{\frac{dF}{dp}},$$

$$\text{(6)} \qquad \frac{dc\left(\frac{dF}{dv}\right)^2}{AF\frac{d^2F}{dv^2}} = \frac{dp}{\frac{dF}{dv}}.$$

» L'intégrale générale de (5) est, en désignant par C une constante arbitraire,

$$\text{(7)} \qquad F = C.$$

» Maintenant, en regardant dans (6) v comme une fonction de p et de C déterminée par (7), on en tire

$$dc = \frac{AF\frac{d^2F}{dv^2}}{\left(\frac{dF}{dv}\right)^3}dp;$$

d'où, C' étant une constante arbitraire et en observant que F représente la

constante C,

(8) $$c = C' + AF \int \frac{\frac{d^2F}{dv^2}}{\left(\frac{dF}{dv}\right)^3} dp.$$

» En remplaçant dans l'intégrale du second membre la constante C par sa valeur F donnée par (7), on a

(9) $$AF \int \frac{\frac{d^2F}{dv^2}}{\left(\frac{dF}{dv}\right)^3} dp = \mathrm{f}(p, v),$$

f étant une fonction connue. L'équation (8) peut donc s'écrire

(10) $$c = C' + \mathrm{f},$$

et l'intégrale générale de (4) est, en désignant par φ une fonction arbitraire,

(11) $$\varphi(F, c - \mathrm{f}) = 0;$$

d'où nous concluons que

(12) $$c = \mathrm{f} + \Phi(F)$$

ou, ce qui revient au même,

(13) $$c = \mathrm{f}(p, v) + \Phi(T),$$

$\Phi(T)$ étant une certaine fonction de la température seule, la même pour un même corps.

» Quand le corps change d'état suivant une ligne isotherme, $\Phi(T)$ est une constante et la formule (13) donne immédiatement la loi suivant laquelle varie alors sa chaleur spécifique à pression constante.

» Proposons-nous maintenant de déterminer $\Phi(T)$. Pour cela, nous supposerons que le corps change d'état suivant une loi déterminée et d'ailleurs quelconque, représentée par l'équation

(14) $$f(p, v, T) = 0,$$

f étant une fonction prise à volonté.

» En vertu des équations (1) et (14), p et v sont des fonctions déterminées de T. Nous supposons que ce changement d'état soit choisi de telle sorte que l'on puisse, au moyen de l'expérience, déterminer le plus simplement

possible c, qui est alors une fonction connue de T que je désigne par c_T. Soit f_T la valeur correspondante de f. L'équation (13) donne

$$\Phi(T) = c_T - f_T. \tag{15}$$

» On tire donc de (13), pour la valeur générale de c,

$$c = c_T - f_T + f(p, v). \tag{16}$$

» Si le corps est un gaz dit permanent, on a

$$\frac{d^2F}{dv^2} = 0 \quad \text{et} \quad f = 0;$$

par suite

$$c = \Phi(T), \tag{17}$$

et

$$c = c_T. \tag{18}$$

» Nous concluons de là que, dans ce cas, la chaleur spécifique à pression constante dépend seulement de la température et, si c_T est constant, il en est de même de c.

» Proposons-nous, à ce sujet, de chercher quels sont les corps pour lesquels la conséquence précédente a lieu, c'est-à-dire pour lesquels $f = 0$.

» Pour cela, il faut et il suffit, d'après l'équation (9), que l'on ait

$$\frac{d^2F}{dv^2} = 0. \tag{19}$$

» Cette condition peut être remplie de deux manières différentes : soit identiquement, c'est-à-dire en y regardant p et v comme deux variables indépendantes, soit en y considérant v comme une fonction de p et de C déterminée par (7). Mais ce dernier mode doit être rejeté, car alors, C étant constant, l'équation (19) ne pourrait pas être satisfaite pour une valeur quelconque de p.

» Intégrons donc deux fois de suite l'équation (19) en regardant p et v comme deux variables indépendantes, et nous avons

$$F = v\chi(p) + \chi_1(p) \tag{20}$$

ou

$$T = v\chi(p) + \chi_1(p), \tag{21}$$

$\chi(p)$ et $\chi_1(p)$ étant deux fonctions quelconques de p.

» Les corps cherchés sont donc ceux dont la loi est exprimée par l'équation (21).

» Revenons maintenant au cas général d'un corps quelconque et proposons-nous de calculer la chaleur spécifique c_1 à volume constant. Elle se déduit immédiatement de c au moyen de l'équation (3), et l'on a, à cause de (13),

$$c_1 = f(p, v) - \frac{AF}{\frac{dF}{dp}\frac{dF}{dv}} + \Phi(T) \tag{22}$$

ou, en remplaçant $\Phi(T)$ par sa valeur,

$$c_1 = c_T - f_T + f(p, v) - \frac{AF}{\frac{dF}{dp}\frac{dF}{dv}}. \tag{23}$$

» On peut aussi calculer c_1 directement. A cet effet, éliminons c entre les équations (2) et (3), et nous avons

$$\frac{dF}{dv}\frac{dc_1}{dp} - \frac{dF}{dp}\frac{dc_1}{dv} = AF\frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^2}, \tag{24}$$

équation linéaire, aux dérivées partielles du premier ordre.

» Pour l'intégrer, nous avons à résoudre les deux équations différentielles simultanées

$$\frac{dp}{\frac{dF}{dv}} = -\frac{dv}{\frac{dF}{dp}} \tag{25}$$

et

$$\frac{dc_1\left(\frac{dF}{dp}\right)^2}{AF\frac{d^2F}{dp^2}} = -\frac{dv}{\frac{dF}{dp}}. \tag{26}$$

» L'intégrale générale de (25) est, en désignant par C_1 une constante arbitraire,

$$F = C_1. \tag{27}$$

» Maintenant, en regardant dans (26) p comme une fonction de v et de C_1 déterminée par (27), on en tire

$$dc_1 = -\frac{AF\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^3}dv;$$

d'où, C'_1 étant une constante arbitraire et en observant que F représente la constante C_1,

$$c_1 = C'_1 - AF \int \frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^3} dv. \tag{28}$$

» En remplaçant dans l'intégrale du second membre la constante C_1 par sa valeur F donnée par (27), il vient

$$-AF \int \frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^3} dv = f_1(p, v), \tag{29}$$

f_1 étant une fonction connue. L'équation (28) peut donc s'écrire

$$c_1 = C'_1 + f_1, \tag{30}$$

et l'intégrale générale de (24) est, en désignant par φ_1 une fonction arbitraire,

$$\varphi_1(F, c_1 - f_1) = 0; \tag{31}$$

donc

$$c_1 = f_1 + \Phi_1(F), \tag{32}$$

ou, ce qui revient au même,

$$c_1 = f_1(p, v) + \Phi_1(T), \tag{33}$$

$\Phi_1(T)$ étant une fonction de la température seule, la même pour un même corps.

» On peut déterminer la fonction $\Phi_1(T)$ exactement comme $\Phi(T)$ en s'aidant de l'expérience. Ainsi, supposons un changement d'état arbitraire du corps, mais déterminé, et que l'on déduise de l'expérience la loi suivant laquelle c_1 varie alors avec T. En convenant d'affecter de l'indice T les valeurs correspondantes des diverses fonctions qui dépendent uniquement, dans ce cas, de la température, on a, d'après (33),

$$\Phi_1(T) = c_{1_T} - f_{1_T}. \tag{34}$$

d'où, à cause de (33),

$$c_1 = c_{1_T} - f_{1_T} + f_1(p, v). \tag{35}$$

Dans le cas d'un gaz, on a

$$\frac{d^2F}{dp^2} = 0 \quad \text{et} \quad f_1 = 0,$$

par suite

(36) $$c_1 = \Phi_1(T) = c_{1_T}.$$

» Si donc la chaleur spécifique à volume constant d'un gaz a été reconnue constante pour un certain changement d'état, il en est de même pour un changement d'état quelconque.

» Proposons-nous encore de chercher quels sont les corps pour lesquels cette conséquence a lieu. Ce sont ceux pour lesquels on a identiquement

(37) $$\frac{d^2F}{dp^2} = 0;$$

d'où, en intégrant

(38) $$F = p\psi(v) + \psi_1(v)$$

ou

(39) $$T = p\psi(v) + \psi_1(v),$$

$\psi(v)$ et $\psi_1(v)$ étant deux fonctions quelconques de v. »

THERMOCHIMIE. — *Rôle des acides auxiliaires dans l'éthérification. Essais thermiques;* par M. **Berthelot**.

« I. J'ai défini par des expériences chimiques les conditions de la formation de l'éther acétique, envisagé comme type des éthers d'acides organiques, avec le concours auxiliaire de l'acide chlorhydrique. Ces expériences ont mis en lumière l'influence de l'eau et des combinaisons qu'elle contracte avec l'hydracide : pour pousser plus avant la discussion du phénomène, il est donc nécessaire d'envisager non-seulement les éthers, mais aussi tous les autres produits de l'action réciproque des six corps mis en présence, c'est-à-dire de l'alcool, de l'eau, des acides et des éthers chlorhydrique et acétique.

» II. Composés chlorhydriques. — Ce sont les corps suivants :

» 1° *Hydrates.* — J'ai étudié l'hydrate cristallisable, $HCl + 2H^2O^2$, dont la formation à l'état liquide dégage : $+ 11^{Cal},6$, et dans lequel l'hy-

dracide conserve, même à froid, une tension considérable; l'hydrate liquide, $HCl + 6,5H^2O^2$, dont la production dégage + 14,0, et dans lequel l'hydracide a perdu toute tension appréciable à la température ordinaire. Avec un excès d'eau, vers 18 degrés, l'hydracide dégage $+ 17^{Cal},4$.

» 2° *Alcoolates.* — L'alcool dissout jusqu'à 330 volumes de gaz chlorhydrique, en formant un composé voisin de $HCl + C^4H^6O^2$ (1,14 et 1,17 $C^4H^6O^2$ à 13 degrés, dans deux essais), c'est-à-dire comparable aux combinaisons cristallisées de dulcite et d'hydracide étudiées par M. G. Bouchardat. Mais l'acide chlorhydrique demeure entièrement séparable de cette liqueur pendant plusieurs heures, par une addition d'eau et d'azotate d'argent. Cet alcoolate, distillé, dégage d'abord du gaz chlorhydrique. Vers 83 degrés, il passe un liquide voisin de $HCl + 3,2C^4H^6O^2$. Mais cette composition n'est pas absolument fixe; sans doute en raison de la formation graduelle de l'éther chlorhydrique et de l'eau. En évaporant à 12 degrés dans un courant d'air deux mélanges renfermant l'un $HCl + 1,2C^4H^6O^2$, l'autre $HCl + 4,5C^4H^6O^2$, on parvient à une composition presque identique : soit $HCl + 3,1C^4H^6O^2$ dans le premier cas; $HCl + 3,3C^4H^6O^2$ dans le second. On pourrait donc admettre un alcoolate tel que $HCl + 3C^4H^6O^2$, analogue à l'hydrate saturé $HI + 3H^2O^2$.

» La réaction du gaz chlorhydrique sur l'alcool dégage :

		Cal
$HCl + 1,15\,C^4H^6O^2$	vers 12 degrés........	+ 10,8
$HCl + 1,59\,C^4H^6O^2$	»	+ 11,5
$HCl + 300\,C^4H^6O^2$	»	+ 17,35

» D'où l'on conclut, par interpolation,

$$HCl + C^4H^6O^2 : + 10,6; \quad HCl + 3C^4H^6O^2 : + 13,8.$$

» Ces chiffres sont voisins de ceux qui répondent à la formation des hydrates; ce qui montre que les deux ordres de composés sont comparables.

» 3° *Chlorhydrate d'acide acétique.* — Ce composé, saturé à 13 degrés, répond à $HCl + 5,8C^4H^4O^4$; mais il perd tout son hydracide, soit par distillation, soit par évaporation à froid dans un courant d'air sec :

		Cal
HCl gaz + $5,8\,C^4H^4O^4$	à 13 degrés, dégage......	+ 6,22
HCl » + $41\,C^4H^4O^4$	» »	+ 7,10
HCl » + $200\,C^4H^4O^4$	à 16 » »	+ 7,09

valeurs qui n'atteignent pas la moitié de celles obtenues avec l'eau et l'al-

cool; ce qui prouve qu'il ne se forme pas de composés du même ordre.

» En effet, la moindre trace d'eau, préexistante ou introduite dans l'acide acétique, fixe l'acide chlorhydrique; lequel cesse alors de pouvoir être éliminé à froid par un courant d'air sec, ou à chaud par simple ébullition : ce qui prouve que l'eau enlève l'acide chlorhydrique à l'acide acétique.

» On voit, en même temps, que la transformation de l'acide chlorhydrique dissous dans l'acide acétique en chlorure acétique exigerait une absorption de $-5,5-7,1=-12^{Cal},6$: ce qui explique pourquoi cette formation n'a pas lieu; mais, au contraire, la réaction inverse

$$C^4H^3ClO^2 + H^2O^2 = C^4H^4O^4 + HCl \text{ gaz} : +5,5.$$

» Pour que la formation du chlorure acétique devînt possible avec le gaz chlorhydrique, il serait nécessaire de faire intervenir un nouveau corps capable de s'unir avec l'eau, en dégageant une quantité de chaleur supérieure à $+5^{Cal},5$. Tel est l'acide phosphorique anhydre, ou tout corps analogue. Non-seulement le chlorure acétique ne se forme point directement, mais l'alcool ne saurait fournir ce complément d'énergie de 5,5; comme il serait nécessaire dans une théorie récemment proposée pour expliquer l'action éthérifiante de l'acide chlorhydrique par la formation préalable du chlorure acétique, composé que l'alcool détruirait ensuite avec production d'éther acétique. Or l'union de l'alcool avec l'eau, H^2O^2, à la température ordinaire, dégage seulement $+0,28$ (Dupré et Page), en présence d'un grand excès d'alcool; et $+2,6$ (d'après mes essais), en présence d'un grand excès d'eau. Ainsi le chlorure acétique ne peut se former, ni en présence de l'eau, ni en présence de l'alcool; il est d'ailleurs incompatible avec ce dernier corps, qui le détruit en totalité et *instantanément*, en dégageant $+19,3$, comme le prouvent mes expériences thermométriques.

» 4° *Chlorhydrate d'éther acétique.* — Ce composé, saturé à 12 degrés, répond à $HCl + 1,36\,C^4H^4(C^4H^4O^4)$; il serait sans doute formé à équivalents égaux, à basse température : il est moins stable que les hydrates et alcoolates. Distillé, il perd presque tout son hydracide avant 70 degrés, non sans fournir un peu d'éther chlorhydrique et d'acide acétique. Évaporé à 12 degrés dans un courant d'air sec, il perd l'acide en plus grande proportion que l'éther, de façon à fournir, après deux heures : $HCl + 6,1\,C^4H^4(C^4H^4O^4)$; après six heures, $HCl + 12\,C^4H^4(C^4H^4O^4)$, composition qui ne varie plus guère.

HCl +	1,36 $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ saturé vers 12 degrés, dégage..	+ 8,82 Cal
HCl +	2,64	+ 9,82
HCl +	11,84	+ 11,84

valeurs intermédiaires entre celles de la combinaison acétique et des alcoolates et hydrates, quoique fort inférieure à ces dernières.

» Le chlorhydrate d'éther acétique se change rapidement à 200 degrés, plus lentement à 100 degrés, plus lentement encore à froid, en éther chlorhydrique et acide acétique. Cette réaction, que j'ai décrite plus haut, s'oppose à ce qu'on l'envisage comme jouant le rôle d'intermédiaire dans l'éthérification de l'acide acétique, accélérée par l'acide chlorhydrique. Son rôle dans l'éthérification ne pourrait être qu'inverse. Ce composé, d'ailleurs, paraît être détruit immédiatement par l'addition de l'eau ou de l'alcool, ainsi qu'en témoignent les mesures thermiques. En effet, la présence d'une petite quantité d'alcool dans l'éther élève la chaleur dégagée par les premières portions d'hydracide jusqu'à + 16,6; chiffre voisin de + 17,3 observé avec l'alcool pur : ce qui montre que ce dernier s'empare de l'hydracide, de préférence à l'éther acétique.

» 5° L'acide chlorhydrique ne se dissout qu'en proportion minime dans l'éther chlorhydrique : à peine quelques volumes.

» III. COMPOSÉS ACÉTIQUES. — Les combinaisons de l'acide acétique avec l'eau, l'alcool et les éthers, sont peu stables et dégagent peu de chaleur.

$C^4H^4O^4 + H^2O^2$ absorbe	....	— 0,15	(Favre et Quaillard).
$C^4H^4O^4$ + grande quantité d'eau, dégage	à 7°...	+ 0,40	(Berthelot et Louguinine).
$C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2$ »	vers 12°..	— 0,06	environ.
2 $C^4H^4O^4 + C^4H^4(C^4H^4O^4)$ »	à 13°...	+ 0,26	
1,27 $C^4H^4O^4 + C^4H^4(HCl)$ »	à 13°...	+ 0,02	

» IV. HYDRATES. — L'alcool et les éthers dégagent, quand ils se dissolvent dans une grande proportion d'eau, des quantités de chaleur très-sensibles; mais les composés ainsi formés offrent peu de stabilité :

$$C^4H^6O^2 : + 2^{Cal},6 \text{ à } 12°; \quad C^4H^4(C^4H^4O^4) \text{ à } 16° + 3,1.$$

» Pour l'éther chlorhydrique et l'eau, on peut admettre un nombre du même ordre de grandeur que pour le chloroforme, tel que + 2,2.

» La formation de ces hydrates mérite d'être remarquée, comme susceptible de fournir l'énergie nécessaire à la production directe des éthers

composés, laquelle a lieu, d'après mes mesures, avec absorption de chaleur (— 2,0 pour l'éther acétique). Mais les composés de cet ordre étant en partie dissociés, on conçoit que les deux réactions inverses puissent se développer, suivant les proportions relatives, en donnant lieu par leur conflit aux équilibres d'éthérification.

V. — *Composés divers : Alcools et éthers acétique, chlorhydrique, etc.*

$C^4H^6O^2 + 0,59 C^4H^4(C^4H^4O^4)$ à 12°	— 0,09	environ
$1,7 C^4H^6O^2 + C^4H^4(C^4H^4O^4)$	— 0,15	environ
$1,23 C^4H^6O^2 + C^4H^4(HCl)$ à 12°	— 0,2	environ
$C^4H^4(HCl) + 0,93 C^4H^4(C^4H^4O^4)$ à 11°,5	— 0,08	environ

» CONCLUSIONS. — VI. Ces résultats étant connus, mettons en présence d'un excès d'alcool les deux acides acétique et chlorhydrique, pris, pour simplifier, à équivalents égaux : deux réactions sont possibles.

» 1° La formation de l'éther acétique donne lieu aux effets suivants :

$C^4H^6O^2$ liq. + $C^4H^4O^4$ liq. = $C^4H^4(C^4H^4O^4)$ liq. + H^2O^2 liq. absorbe.	— 2,0	15,0
La dissolution de l'éther acétique dans l'excès d'alcool	— 0,1	
Celle de l'eau dans l'excès d'alcool	+ 0,3	
Enfin la dissolution de HCl gaz dans l'excès d'alcool	+ 17,4	

» 2° La formation d'un équivalent d'éther chlorhydrique :

$C^4H^6O^2$ liq. + HCl gaz = C^4H^5Cl liq. + H^2O^2 liq. dégage	+ 3,4 environ	+ 3,3
La dissolution de l'éther chlorhydrique dans l'excès d'alcool	— 0,3 »	
Celle de l'eau dans l'excès d'alcool	+ 0,3 »	
Enfin celle de $C^4H^4O^4$ liquide dans l'excès d'alcool	— 0,1 »	

» La première réaction dégagerait donc + 11,7 de plus que la seconde, l'excès étant dû principalement à la production du chlorhydrate d'alcool. C'est en effet la première réaction, c'est-à-dire la formation de l'éther acétique, qui s'accomplit sans donner lieu à aucun partage.

» De même, l'eau étant complétement exclue, comme il arrive dans la réaction du chlorure acétique sur un excès d'alcool, il se forme de l'éther acétique et un alcoolate, avec dégagement de + 19,3 ; tandis que la production de l'éther chlorhydrique dégagerait + 7,1 : la première réaction dégage donc en plus + 12,2 ; elle se produit d'une manière exclusive.

» Au lieu d'un excès d'alcool, soit un excès d'eau :

1° La formation d'un équivalent d'éther acétique...........	— 2,0	+ 18,5
La dissolution de l'éther acétique dans l'eau.............	+ 3,1	
Celle de HCl gazeux dans l'eau........................	+ 17,4	

2° La formation d'un équivalent d'éther chlorhydrique.......	+ 3,4 environ	+ 5,8
La dissolution dans l'eau évaluée à......................	+ 2,0 »	
Celle de $C^4H^4O^4$ liq. dans l'eau........................	+ 0,4 »	

» La première réaction dégage + 12,7 de plus que la seconde, l'excès étant dû surtout à la production de l'hydrate chlorhydrique; elle devra donc s'accomplir, du moins jusqu'à la limite fixée par les rapports entre l'alcool et l'eau dans la liqueur. C'est aussi en raison de cette circonstance que le chlorure benzoïque, ajouté à de l'eau renfermant un millième d'alcool, le transforme en éther benzoïque et non chlorhydrique. Ce sont là les cas extrêmes; pour les cas intermédiaires, résultats analogues.

» Voilà ce qui arrive à froid. Mais à 100 degrés, et surtout à 200 degrés, les chlorhydrates d'eau et d'alcool n'interviennent plus que faiblement, ou même pas du tout, à cause de leur dissociation : ce qui explique la formation prépondérante et inverse de l'éther chlorhydrique.

» VII. Il reste encore à expliquer l'accélération de la réaction produite à froid par l'acide auxiliaire. Cela est plus obscur, mais paraît cependant rentrer dans une remarque applicable à bien d'autres phénomènes :

» Étant donnée une réaction lente par elle-même, si l'on détermine cette réaction à l'aide d'un mécanisme auxiliaire développant par lui-même une grande quantité de chaleur, la réaction sera accélérée. Les choses se passent comme si l'on avait élevé la température du système : peut-être cette élévation a-t-elle lieu réellement au contact des molécules réagissantes; mais sans devenir sensible, parce qu'elle se dissipe à mesure, par rayonnement ou autrement.

» Citons un exemple analogue, tiré de l'histoire des éthers : la formation de l'éther acétique par la réaction directe de ses composants est fort lente; tandis que celle de l'éther azotique s'opère presque instantanément à froid, en opérant avec les précautions que j'ai décrites ailleurs pour éviter toute action secondaire. Or, avec l'alcool et l'acide acétique purs, l'énergie mise enjeu répond à $-2^{Cal},0$; mais, avec l'acide azotique et l'alcool purs, il y a dégagement de + 6,2. L'écart entre ces deux nombres, soit + 8,2, mesure la différence d'énergie des deux acides purs opposés

à l'alcool, et l'on voit qu'il répond en fait à des vitesses extrêmement différentes dans deux réactions représentées par des formules pareilles.

» VIII. L'explication que je viens de donner du rôle auxiliaire de l'acide chlorhydrique dans l'éthérification s'applique également à tout acide capable de dégager une grande quantité de chaleur, en formant soit des hydrates, soit des alcoolates, composés dont la formation est en général parallèle à celle des hydrates. Elle s'applique dès lors au rôle auxiliaire bien connu de l'acide sulfurique dans l'éthérification. Tel doit être encore l'acide azotique : ce que j'ai trouvé conforme à l'expérience, en distillant un mélange d'alcool et d'acide acétique, ce dernier étant préalablement additionné de quelques centièmes d'acide azotique pur. L'éther acétique se forme en abondance, sans action oxydante bien marquée avant la fin de l'opération. De même un mélange d'acide acétique et d'alcool, à équivalents égaux, additionné d'un dixième d'éther azotique d'un centième d'urée, et chauffé à 100° pendant une heure, s'éthérifie aux deux tiers.

» IX. Le même genre d'explications montre pourquoi un mélange des acides sulfurique et azotique forme des dérivés nitrés et non sulfuriques. Soit, par exemple, l'acide benzinosulfurique :

$$C^{12}H^6 + 2SO^4H = C^{12}H^6S^2O^6 + H^2O^2 \text{ dégage} \ldots\ldots + 14,4 + \alpha \text{ (1)}$$

et la nitrobenzine :

$$C^{12}H^6 + AzO^6H = C^{12}H^5AzO^4 + H^2O^2 \ldots\ldots + 36,6$$

» L'écart $+ 22,2 - \alpha$ est énorme et ne saurait être compensé, soit par la différence des chaleurs dégagées par l'union de H^2O^2 avec l'excès d'acide nitrosulfurique, dans les deux expériences; soit par la différence des chaleurs de dissolution respectives de la nitrobenzine et de l'acide benzinosulfurique au sein de la même liqueur. La nécessité de la formation du dérivé nitré, de préférence au dérivé sulfurique, est donc une conséquence des principes généraux de la Thermochimie.

» Il en est de même de l'excès d'énergie manifesté par les acides minéraux ordinaires, comparés aux acides organiques; énergie en vertu de laquelle les premiers donnent si souvent lieu à des réactions directes, dont les seconds ne sont pas susceptibles, ou qu'ils manifestent avec plus de lenteur et de difficulté. »

(1) α représente la chaleur de dissolution de l'acide benzinosulfurique dans l'eau, quantité qui ne saurait surpasser quelques Calories.

MÉTALLURGIE. — *Sur la production et la constitution des aciers chromés.* Mémoire de M. **Boussingault**. (Extrait par l'auteur.)

« Ce Mémoire comprend :

» 1° L'historique de la découverte de l'acier chromé et du ferrochrome, faite par Berthier en 1821;

» 2° Des expériences établissant que le chrome, sans la présence du carbone, ne communique pas au fer pur les propriétés de l'acier;

» 3° Des analyses d'une fonte chromée obtenue en 1866, en faisant passer un mélange de minerai de fer et de chrome dans un haut-fourneau construit près d'Antioquia (Amérique méridionale);

» 4° Des essais exécutés dans l'usine Jacob Holtzer (Loire) sur la préparation du ferrochrome et de l'acier chromé;

» 5° Des expériences faites à Unieux (Loire) par M. l'ingénieur Brustlein, et à la fonderie de Nevers, sous la direction de M. le colonel Maillard, sur la trempe, la résistance au choc et la traction des aciers chromés;

» 6° La description des procédés suivis au Conservatoire des Arts et Métiers pour doser le chrome et le carbone dans les aciers chromés et le ferrochrome. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action qu'exercent les anesthésiques (éther sulfurique, chloroforme, chloral hydraté) sur le centre respiratoire et sur les ganglions cardiaques* [1]. Note de M. **A. Vulpian**.

« Les expériences de E.-H. Weber ont montré que, chez un animal qui vient de subir la section des deux nerfs pneumogastriques dans la région cervicale, la faradisation des segments périphériques ou thoraciques de ces nerfs, même à l'aide d'un courant de moyenne intensité, détermine une suspension des mouvements du cœur. Nous savons aussi, depuis les expériences de Traube, que la faradisation suffisamment énergique des bouts supérieurs, céphaliques, de ces mêmes nerfs a pour conséquence immédiate l'arrêt des mouvements respiratoires. Ces faits, qui offrent un grand intérêt, ont été étudiés dans leurs moindres détails par divers physiologistes. Les expériences de Weber et de Traube peuvent être répétées sur

(1) Note lue dans la séance du 20 mai.

des animaux n'ayant subi aucune intoxication préalable : on les fait d'ordinaire sur des animaux curarisés, ou morphinisés, ou anesthésiés par l'éther, le chloroforme, le chloral. . . . .

» Si l'on pratique la faradisation des segments périphériques des nerfs pneumogastriques sur un mammifère curarisé, on observe d'une façon générale, comme l'ont vu tous les expérimentateurs, les mêmes effets que chez un animal non empoisonné. Le cœur s'arrête en relâchement paralytique, flasque, et il reprend peu à peu ses mouvements au bout d'un certain nombre de secondes, même alors que l'on maintient les excitateurs de l'appareil à courants induits en contact avec les nerfs. Les effets de la faradisation des segments périphériques des nerfs vagues ne sont pourtant absolument identiques sur les mammifères curarisés et sur ceux qui ne le sont pas. Tandis que, sur ceux-ci, on peut arrêter les mouvements du cœur en électrisant un seul pneumogastrique, on n'y parvient pas sur un animal curarisé pour peu que l'intoxication soit poussée un peu loin ; d'autre part, dans ces mêmes conditions, l'arrêt dit diastolique du cœur dure moins longtemps, lorsqu'on prolonge la faradisation, que chez un animal non curarisé. Si la curarisation est profonde, il y a une période pendant laquelle les faradisations les plus énergiques n'arrêtent plus le cœur, ne le ralentissent même pas : le seul effet observé est même une accélération des mouvements de cet organe.

» Ce sont là des faits bien connus, montrant que la curarisation préalable, qui est si souvent employée comme moyen d'immobiliser les animaux mis en expérience, ne laisse pas intactes, chez les mammifères, les extrémités cardiaques des nerfs pneumogastriques, contrairement à ce qu'on avait pu croire au début des études sur cette intoxication.

» Les anesthésiques, c'est-à-dire l'éther, le chloroforme, le chloral, dont on se sert aussi très-fréquemment pour rendre les animaux insensibles, sans abolir la motricité des nerfs, modifient aussi dans un certain sens, très-différent du précédent, les effets des excitations des bouts périphériques des nerfs pneumogastriques : ils influencent encore, d'une façon tout aussi manifeste, les effets de l'excitation des bouts supérieurs ou céphaliques de ces mêmes nerfs.

» Je choisis, comme exemple, le chloral hydraté, qui est souvent mis en usage aujourd'hui dans les laboratoires de Physiologie expérimentale, sous forme d'injections intra-veineuses. Lorsqu'on a injecté dans une veine (la saphène, par exemple), chez un chien, du chloral hydraté en solution aqueuse à $\frac{1}{5}$ et en quantité suffisante pour produire un sommeil profond,

on détermine ainsi une anesthésie complète, sur les caractères de laquelle je n'ai pas à insister ici. Je dois me borner à ce qui peut fournir des moyens d'explication pour le fait sur lequel je désire appeler l'attention. Chez les animaux ainsi chloralisés, les mouvements du cœur persistent et il en est de même pour la respiration spontanée. Tous les physiologistes qui emploient ce procédé si commode d'anesthésie préalable, pour se livrer à diverses recherches expérimentales, ont vu que, dans certains cas, non rares, surtout si l'injection intra-veineuse de chloral hydraté n'est pas pratiquée lentement, progressivement, les chiens (les autres animaux aussi) cessent brusquement de respirer, après qu'une certaine quantité de la solution de chloral a pénétré dans l'appareil circulatoire. C'est une sorte de *syncope respiratoire* qui se produit ainsi, et le plus souvent alors les mouvements du cœur ne s'arrêtent pas en même temps; ils s'effectuent encore pendant une à deux minutes ou même plus longtemps. On peut ramener d'ordinaire les mouvements respiratoires spontanés en pratiquant la respiration artificielle par des pressions répétées du thorax, et mieux encore par la faradisation énergique du tronc. Pour pratiquer cette faradisation, on applique un des excitateurs sur la face ou sur le cou, et l'autre sur la base de la poitrine ou sur la partie sous-thoracique de l'abdomen. Il se produit immédiatement un mouvement d'inspiration : on interrompt aussitôt le courant, les côtes reviennent à leur situation de repos, et l'expiration s'effectue ainsi. On recommence la faradisation instantanée : nouvelle inspiration suivie d'une expiration; on répète cette même excitation quinze à vingt fois par minute. La respiration artificielle, faite de cette façon, entretient les mouvements du cœur, jusqu'au moment où le centre respiratoire bulbaire reprend son fonctionnement. Quelquefois ce résultat n'est obtenu qu'au bout de huit ou dix minutes de respiration artificielle pratiquée par ces moyens : j'ai vu un chien ne recommencer à respirer spontanément qu'après vingt-deux minutes de pressions thoraciques sans cesse répétées et de faradisation instantanée, pratiquée une vingtaine de fois par minute, de la manière qui vient d'être indiquée. Dans certains cas, tous les moyens sont inefficaces, le cœur finit par s'arrêter lui-même, l'animal meurt.

» Parfois cette sorte de syncope respiratoire ne survient pas pendant que l'on injecte la solution de chloral dans les veines, ni quelques secondes après : c'est au bout de plusieurs minutes que la respiration s'arrête brusquement, tantôt sans cause reconnaissable, tantôt quand on a commencé une expérience, et probablement sous l'influence de telle ou telle

irritation traumatique. Les mêmes moyens sont nécessaires alors pour rétablir la respiration spontanée.

» Des effets du même genre peuvent se produire chez les animaux anesthésiés par l'éther, par le chloroforme ou par d'autres substances analogues.

» D'autre part, un autre accident peut survenir chez les chiens chloralisés, et cet accident est le plus souvent irrémédiable. Le cœur peut s'arrêter d'une façon plus ou moins soudaine, soit pendant que l'on pratique les injections intra-veineuses de chloral, soit lorsqu'on fait telle ou telle expérience intéressant des fibres nerveuses sensitives. Le cœur s'arrête avant la respiration; les mouvements respiratoires ne cessent que quelques secondes plus tard. Il est rare que la faradisation, même pratiquée dès le premier moment où l'on a constaté la disparition du pouls artériel, remette le cœur en fonction.

» Cet arrêt du cœur, cette *syncope cardiaque*, s'observe aussi chez les animaux éthérisés ou chloroformés, et il est certain qu'elle se produit plus facilement dans le cours des vivisections chez les animaux engourdis par les anesthésiques en question que chez ceux qui n'ont été soumis à aucune intoxication préalable ou chez ceux qui sont paralysés par le curare. Chez ceux-ci, l'affaiblissement de l'action modératrice des nerfs vagues est sans doute une condition qui rend moins dangereuses les excitations réflexes de ces nerfs.

» Il résulte de ces données préliminaires que, chez les animaux anesthésiés, et en particulier chez ceux qui sont chloralisés, le centre respiratoire subit des modifications notables. L'augmentation, même peu considérable, de la quantité de chloral en circulation peut suspendre le fonctionnement de ce centre. Il peut encore cesser de fonctionner sous l'influence de causes plus ou moins irritatives, soit qu'il s'agisse d'excitations prenant naissance dans tel ou tel organe, soit qu'il s'agisse d'excitations produites dans le cours des vivisections. D'un autre côté, les ganglions excitateurs des mouvements du cœur peuvent aussi, dans les mêmes circonstances, se paralyser, soit qu'il y ait une quantité excessive de chloral injectée, soit que les irritations traumatiques, déterminées par la vivisection, provoquent une action modératrice réflexe des fibres cardiaques des nerfs vagues.

» Or, si l'on répète, sur des chiens chloralisés profondément, l'expérience de Traube ou celle de E.-H. Weber, voici ce qu'on observe :

» La faradisation des segments supérieurs, céphaliques, des nerfs vagues

coupés arrête les mouvements respiratoires, comme chez les animaux de cette espèce non anesthésiés ; mais, tandis que, chez ceux-ci, les mouvements respiratoires se rétablissent spontanément et facilement, dans l'immense majorité des cas, malgré la persistance de l'électrisation, ils peuvent ne point renaître d'eux-mêmes chez les chiens chloralisés, et les animaux meurent, si l'on ne se hâte pas de cesser l'électrisation des nerfs vagues et de pratiquer la respiration artificielle seule ou aidée de la faradisation du tronc de l'animal, faradisation énergique, momentanée et répétée toutes les trois ou quatre secondes.

» Souvent il suffit de faradiser les segments supérieurs des nerfs vagues pendant quelques secondes (3 à 10) pour déterminer un arrêt des mouvements respiratoires, et cet arrêt de la respiration serait mortel sans l'intervention de manœuvres de respiration artificielle et des secousses faradiques du tronc, secousses qui agissent à la fois en déterminant des inspirations d'une certaine amplitude et en réveillant, pour ainsi dire, les centres nerveux de leur profond engourdissement.

» On obtient donc facilement et très-souvent, dans ces conditions, sous l'influence de la faradisation des segments supérieurs des nerfs vagues coupés, l'effet que M. P. Bert a constaté parfois sur des animaux non chloralisés, c'est-à-dire la mort soudaine, mort constamment définitive, si l'on ne fait aucune tentative de respiration artificielle.

» Il n'est pas inutile de dire que, si l'on répète l'expérience plusieurs fois sur le même chien, on remarque qu'elle ne donne, en général, le résultat dont il s'agit qu'une, deux ou trois fois; il est ensuite impossible, le plus souvent, de déterminer l'arrêt persistant de la respiration avec mort imminente. Les mouvements respiratoires spontanés se raniment alors, après une suspension plus ou moins longue, bien que l'on continue la faradisation des segments supérieurs des nerfs vagues.

» Si l'on soumet, dans les mêmes conditions de chloralisation complète, à l'action d'un courant induit, saccadé, les segments périphériques ou inférieurs des nerfs vagues, on constate, non-seulement que le cœur s'arrête sur-le-champ en diastole, comme chez les animaux non anesthésiés, mais encore (ce qu'on observe bien rarement hors de ces conditions) qu'il peut s'arrêter d'une façon définitive, si l'on prolonge un peu la faradisation de ces segments nerveux. On constate ici encore que cet arrêt définitif, mortel, des mouvements cardiaques n'a plus lieu d'ordinaire si l'on a suspendu deux ou trois fois momentanément ces mouvements à l'aide des courants faradiques, avant de soumettre les segments périphériques des nerfs vagues à l'action prolongée des courants de cette sorte.

» Ces faits ne sont pas dénués d'intérêt, au point de vue de l'étude physiologique des anesthésiques; ils peuvent, d'autre part, contribuer à l'explication de certains accidents de l'anesthésie clinique : c'est ce qui m'a engagé à les communiquer à l'Académie. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la provenance des fibres nerveuses excito-sudorales contenues dans le nerf sciatique du chat.* Note de M. A. VULPIAN.

« Dans ma Note précédente ([1]), j'ai commencé l'examen critique de l'opinion émise par M. Luchsinger, relativement à la provenance des fibres excito-sudorales contenues dans le nerf sciatique du chat. J'ai montré, d'une façon péremptoire, je crois, que toutes ces fibres ne sont pas contenues dans le cordon abdominal du sympathique : il en contient cependant quelques-unes; car, après section de ce cordon, la faradisation de son segment périphérique détermine une sudation manifeste, bien que faible, au niveau des pulpes sous-digitales du membre postérieur correspondant. Je ne m'occuperai pas de nouveau aujourd'hui de la question de savoir si ce cordon sympathique contient, en même temps que des fibres nerveuses excito-sudorales, un certain nombre de fibres fréno-sudorales, fibres dont l'excitation peut arrêter la sécrétion de la sueur. Il convient d'abord de rechercher si la plupart des fibres excito-sudorales, mêlées aux autres fibres nerveuses du nerf sciatique, ne proviennent pas directement de la moelle épinière, par l'intermédiaire des racines de ce nerf, comme je l'indiquais dans ma précédente Communication.

» Sur des chats curarisés et soumis à la respiration artificielle, on a mis à découvert la moelle, dans la région lombaire, dans la partie inférieure de la région dorsale et dans la partie supérieure de la région sacrée. On a pris successivement sur une baguette de verre, ou bien on a lié et coupé près de la moelle, les racines de la plupart des nerfs qui correspondent à ces régions de la moelle et on les a soumises à une faradisation de moyenne intensité. Voici les résultats que l'on a obtenus :

» La faradisation des racines du dernier nerf dorsal n'a provoqué l'apparition d'aucune humidité sudorale sur les pulpes sous-digitales du membre postérieur correspondant.

» Au contraire, l'excitation faradique des racines du premier et du second nerf lombaire avait pour résultat une légère sudation au niveau de toutes les pulpes sous-digitales de ce membre, particulièrement sur la mé-

([1]) Voir les *Comptes rendus* de la séance précédente.

diane postérieure. Il y avait d'abord, au début de l'électrisation, pâleur de ces pulpes; puis, au bout de quelques secondes, lorsque la sueur apparaissait, les pulpes digitales devenaient un peu moins pâles; c'est l'électrisation de la racine antérieure qui a produit cet effet : on n'a rien observé en électrisant isolément la racine postérieure de ces nerfs.

» L'électrisation faradique des racines du troisième et du quatrième nerf lombaire n'a déterminé aucun effet sudoral.

» Je n'ai pas électrisé les racines du cinquième et du sixième nerf lombaire; ces nerfs ne fournissent d'ailleurs aucune origine apparente au nerf sciatique.

» C'est du septième nerf lombaire et du premier nerf sacré que naissent surtout, presque exclusivement, les fibres motrices et sensitives du sciatique chez le chat. La faradisation des racines de ces deux nerfs, faite au niveau du ganglion, après ligature et section au niveau de la dure-mère, a déterminé chaque fois et rapidement l'apparition de fines gouttelettes de sueur sur toutes les pulpes sous-digitales : lorsqu'on prolongeait un peu l'excitation, la surface de ces pulpes se couvrait de sueur. Pour empêcher tout effet réflexe, par des courants atteignant la moelle au moyen de la sérosité sanguinolente de la plaie et pouvant prendre, pour arriver aux orteils, la voie du cordon abdominal sympathique, on a enlevé toute la partie postérieure de la moelle lombaire et l'on a, par excès de précaution, coupé dans l'abdomen le cordon abdominal du grand sympathique, du côté où l'on électrisait les racines nerveuses. Dans ces conditions, la faradisation des racines du septième nerf lombaire et du premier nerf sacré provoquait encore, comme auparavant, l'apparition rapide de gouttelettes de sueur sur toutes les pulpes sous-digitales du pied postérieur correspondant.

» Il est permis de conclure de ces faits :

» 1° Que les fibres excito-sudorales contenues, chez le chat, dans le cordon abdominal du grand sympathique, proviennent de la moelle épinière, surtout par le premier et le second nerf lombaire;

» 2° Que, si des fibres excito-sudorales sont fournies au nerf sciatique du chat par le cordon abdominal du grand sympathique, il en est d'autres, en bien plus grand nombre, si l'on en juge par la différence des effets, qui proviennent directement de la moelle épinière par le septième nerf lombaire et le premier nerf sacré, c'est-à-dire par les racines mêmes du nerf sciatique;

» 3° Qu'il y a, sous le rapport de l'innervation, un rapprochement intéressant à établir entre l'appareil nerveux des glandes sudorales et celui

des glandes salivaires; car on sait que les glandes sous-maxillaires reçoivent des fibres excito-salivaires par la corde du tympan et d'autres fibres, excito-salivaires aussi, par le cordon cervical du grand sympathique. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin.* Note de MM. HÉBERT et MUNIER-CHALMAS.

« Depuis nos dernières publications (¹) sur les terrains tertiaires du Vicentin, cette intéressante région a été, à l'étranger, l'objet de nouveaux travaux, et l'un de nous (²) a pu y faire, en 1877, un séjour qui a eu pour résultat un accroissement considérable de documents de toute nature. Nous avons été amenés à constater des faits que nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre, en même temps que nous aurons à compléter ceux de notre premier voyage.

I. — *Limite entre la craie et le terrain tertiaire.*

» Les couches tertiaires les plus anciennes reposent en stratification qui paraît concordante sur la craie (*scaglia*), en chaque point particulier. Cette partie supérieure du terrain crétacé est partout, dans ces régions, caractérisée à la fois par les nombreux lits de silex qu'elle renferme et par les mêmes fossiles, qui sont des Inocérames, de grands Holasters, appartenant à plusieurs espèces, l'*Holaster pilula*, des *Infulaster*, la grosse variété d'*Ananchytes gibba* que l'on trouve à Tercis, et surtout le *Stenonia tuberculosa*; c'est le niveau de la craie de Bidart (Basses-Pyrénées). Dans le Véronais, comme dans le Vicentin et dans les Sette-Communi, à Gallio, près d'Asiago, nous avons partout constaté la même faune, qui ne représente en aucune façon la fin des dépôts crétacés.

» Au contact du calcaire crétacé et des couches tertiaires, la surface du premier est érodée, souvent percée de trous de lithophages.

» Les couches tertiaires, qui reposent immédiatement dessus, ne sont pas toujours les plus inférieures, c'est-à-dire celles de Monte-Spilecco à *Rhynchonella polymorpha*. À Gallio, la base du terrain tertiaire est certainement plus récente que l'horizon de Monte-Postale. Il y a, dans ces faits divers, des preuves incontestables d'une lacune considérable entre la fin du dépôt de

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 259 et 320.

(²) M. Munier-Chalmas, à qui M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu accorder une subvention.

la série crétacée de cette région et le commencement de la série tertiaire.

» Si les couches crayeuses de la scaglia n'ont point été soumises à de grands dérangements ou à des dislocations avant le dépôt de la première assise tertiaire, il n'en est pas moins établi : que ces couches ont été exondées, corrodées avant ce dépôt; qu'à ce moment elles avaient acquis la dureté qu'elles possèdent aujourd'hui; qu'elles ont été alors perforées par des lithophages et que dans certaines régions, comme dans les Sette-Communi, elles n'ont été recouvertes par les eaux marines tertiaires que longtemps après la contrée de Bolea et de Valdagno.

» Le système crétacé et le système tertiaire ne sont donc pas en concordance absolue, il y a en réalité une vraie discordance; mais la différence d'inclinaison est tellement faible, qu'en chaque point particulier les couches des deux systèmes paraissent parallèles.

» Toutefois, à Monte-Postale, la surface de la craie presente de très-fortes érosions. La roche a été creusée irrégulièrement jusqu'à une profondeur de près de 10 mètres, et ces poches sont remplies par le tuf de Spilecco, beaucoup plus épais là qu'ailleurs.

» En général, la scaglia se présente en lits minces; mais, à la partie supérieure, elle se termine par des bancs à grains moins fins, contenant beaucoup de fragments d'Inocérames et des débris d'Holaster. Ces bancs, d'une épaisseur moyenne de 3 mètres, forment, dans les escarpements, une corniche saillante; ils manquent lorsque la craie a été fortement ravinée.

» Contrairement à ce qui a été souvent énoncé, il y a dans la scaglia des intercalations de basaltes, qui présentent les apparences de couches interstratifiées, exactement comme celles qui existent au milieu des assises tertiaires.

» Ces intercalations peuvent être vérifiées dans nombre de points; ainsi, en montant de Crespadaro à Bolca par le petit chemin qui part du moulin, on rencontre, à peu de distance de la vallée, une couche de basalte sensiblement horizontale, intercalée dans la craie en concordance parfaite; un peu plus haut, une intercalation semblable se montre sur plus de 200 mètres de longueur; la nappe de basalte a $1^{m},50$ à 2 mètres d'épaisseur. La craie est légèrement modifiée au contact sur une très-faible épaisseur. Il est évident que ce sont des filons couches, que l'on voit d'ailleurs, dans d'autres endroits, couper la craie plus ou moins verticalement. Tantôt ces filons couches sont simples, tantôt ils se ramifient, comme on peut le voir près de Valdagno, dans le ravin situé directement au-dessous de Bergamini del Fundo.

» Ce n'est pas seulement dans la craie que ces intrusions basaltiques semblent intercalées régulièrement. La route qui monte de Pedescala au plateau des Sette-Communi traverse une épaisse masse de calcaire jurassique compacte, qui est coupé par des dykes verticaux ou obliques de tufs basaltiques ou de basalte décomposé. Au contact de ces dykes, le calcaire désagrégé laisse apparaître des fossiles que la compacité de la roche empêche même d'apercevoir. Or, on rencontre dans les assises supérieures un lit de Gervillies (*G. Buchi*), dont le test libre se dégage aisément du lit mince qui renferme ce fossile en abondance. Nous avons reconnu que la roche de ce lit présente le même phénomène de désagrégation que les salbandes des dykes. Il n'y a donc pas de doute qu'il n'y ait, même au milieu de la série jurassique, des lits de tufs fossilifères, résultant d'actions thermales, dont l'âge n'a aucun rapport avec l'époque indiquée par les fossiles renfermés dans ces tufs, ni avec la place occupée par ces lits dans la série stratigraphique.

» Nous pouvons dire de suite que ces émissions, qui ont accompagné et suivi les éruptions basaltiques, ont agi avec une bien plus grande intensité sur les calcaires tertiaires ; mais les circonstances ont été exactement les mêmes, comme nous le montrerons, et, dans tous les cas, la formation des tufs dans tous les points que nous avons examinés est certainement postérieure aux calcaires entre lesquels ils sont intercalés. Nous ne saurions donc admettre des éruptions basaltiques contemporaines d'aucune des assises tertiaires du Vicentin, jusques et y compris les couches de Castel Gomberto, et les calcaires à Clypastres de Schio.

II. — *Calcaires à* Nummulites Bolcensis *Mun.-Ch. et* Rhynchonella polymorpha *Mass.* (*horizon de Monte Spilecco*).

» Nous avons déjà donné, dans nos premières Communications, des indications sur ces couches pour les environs de Bolca. Elles sont très-développées dans plusieurs ravins à l'est de Valdagno. Là, sur de grandes distances, on peut observer le contact de la craie et du tuf de Spilecco, qui renferme ici des bancs de calcaire intercalés, et dont l'épaisseur est de 8 à 10 mètres; souvent ce n'est pas du véritable tuf, mais bien une argile bariolée.

» Lorsque le tuf ou cette argile paraît manquer, et que la craie, comme aux environs de Vérone, est directement recouverte par du calcaire, la compacité de ce calcaire est souvent telle, qu'il n'est pas possible

d'en extraire de fossiles, et par suite d'en étudier la faune et de reconnaître si ce calcaire correspond ou non au tuf de Spilecco.

» Les localités les plus intéressantes sont, indépendamment des ravins à l'est de Valdagno : Contra di Scola, entre Novale et Monte di Malo, sur le versant oriental; Bertoldi, au nord de Crespadoro; Mussolino, au sud-est de San Pietro; puis, près de Vestena-Nuova, entre Pesali et Monte-Sivieri.

» Cette assise est très-variable dans sa nature minéralogique et dans son épaisseur. A Monte-Sivieri, par exemple, elle se compose à la base de plus de 15 mètres de tuf, qui supportent une assise calcaire en bancs minces, à texture compacte, épaisse de 20 mètres, renfermant des silex, très-semblable à la scaglia avec laquelle on pourrait confondre ce calcaire, s'il ne contenait des Nummulites et la *Rhynchonella polymorpha*. Toutefois ces fossiles y sont rares, et il faut y regarder de près pour les rencontrer.

» Jusqu'à présent, on n'a cité de l'horizon de Spilecco qu'un petit nombre de fossiles; nous y avons observé 38 espèces dont la liste suit :

	Espèces.		Espèces.
Lamna	2	Report	20
Scalpellum	1	Rhynchonella Bolcensis, M.-Ch.	1
Cypræa	1	Crania	1
Terebellum	1	Pyrina	1
Cerithium	1	Cyclaster oblongus, Dames	1
Teredo	2	Cidaris spilecensis, Dames	1
Cytherea	1	Spileccia (1)	1
Lucina	1	Bourguettierinus Suessi, Heb. et M.-Ch.	1
Anomia	1	Tetracrinus	1
Ostrea	3	Pentacrinus	1
Terebratula Fumanensis, Men.	1	Pentagonaster	1
» Bayaniana, Dav.	1	Nummulites Bolcensis, M.-Ch.	1
» n. sp.	1	» n. sp.	1
Waldeimia, n. sp.	1	Orbitoïdes	5
Terebratulina	1	Operculina	1
Rhynchonella polymorpha, Mass.	1		
	20		38

» Cette faune est pauvre en Mollusques, soit comme espèces, soit comme individus, et les exemplaires, en fort petit nombre, que nous en possédons sont peu déterminables; elle est, au contraire, très-riche en Brachyopodes, en Crinoïdes, en Nummulites et en Orbitoïdes, dont certains lits sont littéralement pétris.

(1) Genre nouveau voisin des *Cœlopleurus*.

» Une autre remarque à faire, c'est que nous ne connaissons jusqu'ici rien de commun entre cette faune et les autres faunes tertiaires. C'est un ensemble d'espèces tout à fait particulier.

» Le groupe de couches que nous venons d'examiner se présente souvent à l'état de tufs sans bancs calcaires, mais souvent aussi il renferme des lits calcaires, tantôt continus sur d'assez grandes distances, tantôt de peu d'étendue, et qui sont alors comme noyés dans le tuf. Une observation attentive nous a conduits invariablement à considérer ces tufs, toujours voisins de dykes basaltiques, non comme des couches sédimentaires, déposées au commencement de la période tertiaire, mais comme le produit d'une désagrégation sur place de calcaires compactes ou argileux par des agents aqueux venant de l'intérieur du sol. Lors même que le tuf ne renferme pas de bancs calcaires, on y trouve toujours des nodules plus ou moins volumineux, qui ne sont autre chose que le résidu des bancs désagrégés. Cette désagrégation, en détruisant les tests de la plupart des Mollusques, a laissé intacts les Brachyopodes, les Échinodermes, les Nummulites, etc.

» La prédominance de ce tuf au contact de la craie et des couches tertiaires s'explique naturellement par la grande perméabilité de la surface de contact. Les eaux thermales ont trouvé là un passage naturel, et elles ont agi avec plus d'efficacité sur la base des couches tertiaires, dont le grain grossier permettait une désagrégation facile ; tandis que la scaglia, à texture plus serrée, ne nous a jamais montré de couches de tuf. »

« M. de Lesseps donne des détails sur les conquêtes pacifiques faites au nom du Khédive d'Egypte par le général Gordon, qui a soumis toutes les populations riveraines du Nil depuis le 1er degré nord de l'équateur jusqu'aux anciennes frontières de l'Egypte, au-dessus de Karthoum et de Gondokoro.

» Aujourd'hui le lac Albert, à 1°,5 de l'équateur, sur lequel se trouvent deux bateaux à vapeur, et dont la carte hydrographique a été envoyée à l'Académie, a ses limites et ses contours parfaitement reconnus ; on en voit sortir le Nil comme le Rhône sort du lac de Genève.

» D'après les assurances données à M. de Lesseps par le général Gordon, un voyageur partant d'Alexandrie et parcourant du nord au sud 31 degrés pourra arriver en 60 ou 80 jours à l'équateur sous la protection des postes militaires égyptiens et des autorités du Khédive.

» M. de Lesseps donne ensuite lecture des passages suivants d'un Rap-

port officiel publié au Caire par le gouvernement égyptien sur les importantes et récentes découvertes faites en Arabie par le capitaine Burton.

« Les membres de l'expédition que, par les ordres de Son Altesse le Khédive, le capitaine Burton vient de faire dans le pays de Midian, sont rentrés à Suez, après un séjour de quatre mois et demi sur la côte nord-est de la mer Rouge.

» Le pays que le capitaine Burton a reconnu s'étend depuis Akabah, latitude 39°30′ au nord, jusqu'au Ouadi Hamz, latitude 35°55′ au sud, sur une longueur de 215 milles géographiques directs. L'expédition a également pénétré dans l'intérieur jusqu'à environ cinq jours de marche de la côte; on peut dire que ces messieurs ont complétement exploré et reconnu cette vaste étendue de pays, siége autrefois d'une civilisation florissante.

» Le capitaine Burton croit pouvoir dès aujourd'hui diviser le pays de Midian en trois grandes parties, le Midian du nord, celui du centre et celui du sud.

» Celui du nord s'étendait de Akabah à Moïlah, celui du centre à l'est de Moïlah et celui du sud commençant à Moïlah irait jusqu'au Ouadi Hamz, frontière méridionale de l'Égypte.

» Au point de vue géologique, on peut également partager la contrée en trois parties, caractérisées chacune par des roches et des gisements différents.

» Sans compter de nombreux ateliers, l'expédition a reconnu l'existence de trente-deux villes dont quelques-unes devaient avoir une très-forte population, d'anciennes mines d'or et d'argent exploitées autrefois, enfin de tout ce que peut laisser après lui un peuple très-avancé. Elle a découvert trois grands gisements de soufre, de nombreux filons de quartz argentifère et cuprifère, trois mines de turquoises, de vastes dépôts de gypse, de sel gemme, de salpêtre, etc.

» Ces messieurs rapportent avec eux environ 25 tonnes de minerais de diverses espèces, dont les plus riches seront envoyés en Europe pour y être analysés, une collection géologique complète et des inscriptions anciennes, une série d'aquarelles et de photographies, représentant les points les plus remarquables où ils sont passés et enfin la carte de tout le pays.

» Parti de Moïlah, le capitaine dirigeait la première de ses trois explorations vers le nord, et arrivait deux jours après à l'Ouadi Shermah, où l'année précédente il avait reconnu les traces d'une ville ruinée et d'une ancienne usine métallifère. De là, l'expédition se rendit au Djebel-Abiad, où elle séjourna environ une huitaine de jours. Le Djebel-Abiad présentait en effet un intérêt tout particulier : il y avait en cet endroit d'énormes filons de quartz, contenant du cuivre et de l'argent; tous les environs furent parcourus, étudiés soigneusement, et l'on acquit la conviction que le district qui entoure le grand foyer du pays du Nord est un district minier très-riche.

» Du Djebel-Abiad la caravane de 100 chameaux, guidée par le sayyid Abderrahim et par les cheiks Alayàn et Furedge, de la tribu des Houetats, se dirigea au nord-est, arriva le 9 janvier (1878) à Mahair Schovaib, où elle resta à peu près deux semaines. En cet endroit se trouvent des ruines considérables d'anciens tombeaux et de catacombes creusés dans le rocher, des débris de toute espèce, des monnaies, enfin tout ce qui annonce une grande ville autrefois très-florissante. Puis, tournant droit à l'ouest, la caravane arriva sur le golfe de l'Akabah à Makneh, où le navire le *Mukhbir* vint la rejoindre.

» A Maknà comme au Djebel-Abiad se trouvent, à environ 2 milles de la mer, des filons de quartz dont certains échantillons ont donné jusqu'à 15 à 20 pour 100 d'argent. L'eau y est en grande abondance, et il n'est pas douteux qu'un jour on ne puisse établir en cet endroit une large exploitation.

» Le capitaine Burton laissa alors une partie de son monde à Maknà, et, avec le reste de son personnel, il s'embarqua sur le *Mukhbir* pour visiter en détail le golfe de l'Akabah. Il put constater que la carte hydrographique anglaise est très-insuffisante, qu'elle contient de nombreuses erreurs et qu'il sera absolument nécessaire de la rectifier.

» Après une heure et demie de voyage à travers les écueils, le *Mukhbir* entrait sans avaries dans le port de Senafer, où il se trouvait parfaitement à l'abri. Deux jours après, l'expédition rentrait à Moïlah, après un voyage de presque deux mois (décembre 19 à février 13.)

» Le terrain parcouru l'année précédente était reconnu, étudié, et, outre les deux grands gisements de Djebel-Abiad et Maknà, on avait reconnu l'existence à Eynouneh d'une mine de turquoises et, au sud-est de Maknà, d'un magnifique dépôt de soufre. On a, en outre, acquis la certitude que toute cette région avait été autrefois exploitée.

» Le capitaine résolut alors de pénétrer dans l'intérieur et de s'avancer vers l'est pour reconnaître jusqu'où s'étend de ce côté la formation métallifère. Le voyage n'était pas sans dangers, les tribus qui occupent la Hisma étant renommées pour leur turbulence.

» La grande chaîne granitique qui forme pour ainsi dire l'arête du pays de Midian, et autour de laquelle sont groupées les mines, est parallèle à la côte et à une distance qui varie entre un et deux jours de marche ; elle contient des sommets très-abrupts, très-accidentés et dont quelques-uns, comme le Sharr par exemple, atteignent des hauteurs de 6000 à 7000 pieds. Derrière cette chaîne le pays s'élève successivement et finit par aboutir à une grande plaine formée de grès rouges et qu'à cause de sa couleur on appelle la *Hisma*. Cette contrée, au sud-est, est bordée par des précipices infranchissables, et à l'ouest, pour y arriver, il faut passer dans des défilés très-étroits. Après l'Hisma vient un pays de formation basaltique que les habitants appellent le *Harich*.

» L'expédition prit la route du sud et arriva après quatre jours de marche à Schuwak, l'ancien « Soaka » de Ptolémée.

» Là se trouvaient les ruines de deux grandes villes de mineurs, distantes d'environ trois heures, et reliées entre elles par d'autres ruines moins importantes.

» Des aqueducs d'une longueur considérable vont partout chercher l'eau dans les gorges où elle était retenue par des barrages superposés ; de nombreux débris de fours, de scories d'ateliers où l'on travaillait le quartz, indiquent que toute cette contrée était le centre d'une exploitation active et que les anciens habitants avaient une civilisation très-avancée.

» Tous les environs jusqu'à Ziba, où l'expédition arrivait le 5 mars, sont d'ailleurs coupés par des filons de quartz moins larges que ceux du Djebel-Abiad, mais en quantité plus considérable.

» Tout près du Moïlah, à 1 mille de la mer, se trouve également un large dépôt de soufre, dans lequel a été poussé jusqu'à 20 mètres un sondage qui a donné d'excellents résultats. Enfin le capitaine Burton résolut de finir cette reconnaissance du Midian du centre, en essayant l'ascension de la plus haute montagne de la chaîne, le Sharr, où l'on trouve, à 5000 pieds, des genévriers magnifiques et une végétation qui rappelle celle de l'Europe.

» L'expédition arrivait enfin à Moïlah le 8 mars; elle avait été vingt-cinq jours absente et avait parcouru plus de 200 milles dans un pays complétement inconnu, et où jamais un Européen n'avait mis les pieds.

» Au Sherm Yaharr, petit port situé à une heure du fort et où se trouve un mouillage excellent, le capitaine Burton s'embarqua sur la frégate *le Sennaar*, qui avait été envoyée pour remplacer le *Mukhbir*.

» Deux jours après, l'expédition s'embarquait à nouveau, s'arrêtait à l'embouchure de l'Ouadi-Telbed et arrivait le 23 mars à l'important port de Wedge.

» Pendant que M. Marie, ingénieur, allait reconnaître un nouveau dépôt de soufre qui lui avait été signalé dans les environs, le capitaine Burton se rendait avec le *Sennaar* à El-Haura, port situé à environ 80 milles plus au sud et où autrefois les produits de la mer Rouge étaient débarqués, pour aller à Petra par les caravanes nabaléennes, afin d'éviter la navigation du golfe de l'Akabah.

» Puis, le 29 mars, une dernière expédition, ayant pour conducteur le cheik Afnan et son fils Suleyman, de la tribu des Balis, était organisée et s'enfonçait dans l'intérieur des terres méridionales. A une journée de marche, les explorateurs découvraient une mine d'or, exploitée par les anciens qui ont laissé dans toute la contrée méridionale des traces de leur industrie. Les ruines sont nombreuses partout; les anciens travaux, qui restent encore complétement intacts, prouvent que les exploitants de cette époque comprenaient admirablement l'art des mines, et que si, au point de vue des moyens d'action, ils étaient très-inférieurs aux modernes, il n'en était pas ainsi pour tout ce qui touche à la direction du travail et à l'habileté dans la recherche du minerai.

» Tout démontre que le métal était l'or; d'ailleurs, des paillettes déposées entre le schiste rose et le quartz étaient en évidence : la forme des moulins de granit trouvés en cet endroit, et qui évidemment étaient destinés à réduire le quartz en poudre impalpable, ne laisse aucun doute à cet égard. Le but de ce dernier voyage était de reconnaître tout le pays compris entre Beda, l'ancienne Bidaïs de Ptolémée, et l'Ouadi Hamz qui forme la limite entre le pays de Midian et le Hedjaz.

» Ce but fut complétement atteint. Du 21 mars au 10 avril, la caravane parcourut un pays où les filons de quartz coupent le sol et les collines en tous sens, et où l'on trouve partout les restes d'exploitation laissés par les anciens. Il est bien évident que si au Djebel-Abiad, à Makneh par exemple, tout est à créer, tout est à faire, dans le pays de Wedge l'exploitant de nos jours n'aura qu'à suivre les traces de ses devanciers, à suivre la voie qu'ils ont ouverte, tout en se servant de moyens bien autrement puissants, que la science moderne met entre ses mains. De Beda à Wedge toute la contrée est connue sous le nom de *Marwah* (quartz) et nous pensons que ce nom était autrefois celui du pays, que l'on a ensuite appliqué à sa principale production, au quartz métallifère.

» Après avoir visité successivement les villes ruinées et les nombreux ateliers qui distinguent le Midian méridional, l'expédition du capitaine Burton arrivait enfin, le 8 avril, au wady Hamz, vaste route naturelle qui relie la côte avec la ville sainte de Médine. Là se trouvent les ruines d'un temple grec, qui appartient évidemment à l'époque de l'art le plus pur; par la simplicité de la forme la sobriété des détails, l'élégance des lignes, ce petit monument, qui n'a que 64 mètres carrés, rappelle tout ce que les anciens ont laissé de plus délicat, et il est curieux de retrouver en plein désert une ruine isolée, dernier reste d'une grande civilisation et d'un grand peuple disparu.

» Le 12 avril enfin, l'expédition partait de Wedge, et, après quelques jours de repos à Moïlah, arrivait à Suez le 20 de ce mois. Le but que le capitaine Burton s'était proposé était atteint, et il était réservé au hardi pèlerin de la Mecque, au célèbre voyageur du lac Tanganyka, à l'homme qui le premier a visité Harrar, de compléter la série de ses découvertes géographiques par celle d'un pays complétement inconnu il y a un an, quoiqu'il ne soit qu'à deux jours de Suez, et d'arriver à faire entrer bientôt, nous l'espérons, cette contrée si vaste et si riche dans le grand courant de la civilisation moderne. »

» M. de Lesseps termine en invitant les membres de l'Académie à visiter la maison égyptienne de l'Exposition de Paris. Le savant égyptologue Mariette a découvert l'année dernière à Abydos les ruines d'une maison particulière du temps de la XII[e] dynastie, c'est-à-dire avant la naissance d'Abraham, qui est venu en Égypte sous la XIV[e] dynastie.

» Les plans et les dessins de M. Mariette ont été exécutés avec une certitude scientifique. La maison contient un plan en relief du canal de Suez, des produits de l'Égypte et du Soudan et une exposition de l'Association internationale africaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Silice hydratée transparente et opale hydrophane, obtenue par l'action de l'acide oxalique sur les silicates alcalins.* Mémoire de M. **Em. Monier**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Daubrée, Sainte-Claire Deville.)

« Dans une première Note (3 décembre 1877), j'ai donné en quelques mots la préparation de ces substances, mais j'avais oublié un détail d'expérience que je crois important ; c'est d'incliner à 45 degrés environ le vase dans lequel se trouve le silicate de soude, et de verser ensuite l'acide oxalique. Si l'on maintient le vase à l'aide d'un support, pendant vingt-quatre heures, dans cette position, on aura une cloison ou surface siliceuse bien nette qui conservera cette inclinaison lorsqu'on placera le vase verticalement.

» L'expérience doit se faire sur un poids de 500 à 600 grammes de silicate à 35 ou 40 degrés B. ; quant à l'acide oxalique, il devra être étendu à 4 degrés seulement. En laissant agir cet acide pendant six mois et à la température ordinaire, j'ai obtenu une couche siliceuse transparente dont l'épaisseur variait de 1 à 3 millimètres, et pour surface la section du vase, soit 12 centimètres de diamètre [1].

---

[1] Sous cette couche vitreuse et inclinée à 45 degrés environ, il s'est produit des couches

» Cet hydrate, qui raye très-facilement le verre, renferme beaucoup d'eau hygrométrique, mais, en le chauffant à l'étuve et à basse température (30 à 35 degrés), il perd cette eau, et prend la couleur laiteuse de l'opale ainsi que sa dureté; dans cet état, il renferme encore 9 à 13 pour 100 d'eau. Voici sa composition :

Eau de combinaison	9,9
Acide silicique	87,9
Soude et alumine	2,2
	100,0

» Sa densité varie de 2,03 à 2,07; il est uniréfringent.

» Les morceaux qui étaient devenus opaques à l'air sec, ou en les chauffant à une température peu élevée, redeviennent translucides dans l'eau, et ont les mêmes propriétés que l'hydrophane.

» A la chaleur rouge, cette silice hydratée prend une couleur nacrée très-prononcée. Elle est très-fragile, et se laisse cliver dans le sens de la longueur; elle se dissout dans une solution de potasse concentrée et bouillante, tandis que le quartz résinite, l'hyalite, etc., ne s'y dissolvent que partiellement.

» Je continue ce genre d'expériences avec les sels d'alumine, de fer, etc.

» En décomposant les silicates par le sulfate d'alumine, j'obtiens également, à la température ordinaire, une substance vitreuse d'une très-grande dureté; j'en ferai connaître bientôt la composition.

» En résumé, la silice gélatineuse, obtenue dans ces conditions, peut devenir transparente et très-dure dans l'espace de quelques mois; elle possède alors la plupart des propriétés de l'hydrophane et du quartz résinite.

» Par l'emploi de liquides superposés et de densités différentes, on pourra, je crois, reproduire certaines espèces minérales : on imitera ainsi des réactions qui se passent probablement à une petite profondeur de la surface du sol et à basse température ([1]). »

---

horizontales de silice poreuse; elles sont formées par endosmose et finissent par remplir tout le fond du vase.

([1]) J'étudie aussi la décomposition des silicates par l'acide chlorhydrique très-étendu, en présence de substances organiques ($\frac{1}{2}$ pour 100 de gélatine ou albumine); ces matières organiques paraissent favorables à la production des hydrates siliciques transparents.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur quelques particularités que présente la disposition du grisou dans les chantiers et les vieux travaux.* Note de M. J. COQUILLION.

(Renvoi au Concours des Arts Insalubres.)

« On se ferait une idée fausse de l'état d'une mine à grisou, si l'on croyait qu'en général la plupart des chantiers en contiennent des proportions notables. Avec les précautions et les moyens de ventilation employés actuellement par les ingénieurs, on ne trouve ordinairement que de faibles proportions de gaz dangereux dans la plupart des travaux. Il faut, bien entendu, excepter le cas des soufflards, ainsi que le cas où l'on entend le grisou s'échapper en crépitant; les chantiers qui se trouvent dans ces conditions doivent être surveillés avec un soin particulier, car le danger y est constant.

» Dans les différents puits que j'ai parcourus et où j'ai pu doser les proportions de grisou, je n'ai jamais rencontré ce gaz dans les retours d'air, dans les divers chantiers du puits Jabin par exemple; j'ai trouvé parfois au front de taille 0,5 pour 100 ou 1 à 1,5 pour 100, rarement 2 ou 3 pour 100; aux mines de Blanzy, j'en ai trouvé beaucoup moins, et c'est toujours au front de taille qu'on doit le chercher il n'existe pas le plus souvent dans les parties moyennes ou dans les parties basses.

» Une autre particularité, qu'il est bon de faire connaître, c'est la séparation complète qui existe le plus souvent entre le grisou et l'air, soit dans les cloches, soit dans les vieux travaux, où ce gaz est accumulé.

» Dans le cas des cloches, tandis qu'à la hauteur des chapeaux on ne trouve pas trace de gaz; aussitôt qu'on est au-dessus, on rencontre des couches qui passent rapidement de 5 ou 6 pour 100 à 20 ou 30 pour 100, et même au delà.

» Je citerai les deux exemples suivants observés avec beaucoup de soin dans les mines de Blanzy. Au puits Saint-François, à l'étage 240, on perce une galerie au rocher, qui laisse dégager beaucoup de gaz; on est obligé, par suite, de ventiler fortement au moyen d'un canard, qui lance de l'air comprimé, près de l'orifice du puits. A 50 mètres environ, se trouve au-dessus des chapeaux une petite poche à grisou; en dosant le gaz avec mon appareil portatif, je n'en trouvais aucune trace dans la galerie, jusqu'à la hauteur des chapeaux; mais, dès que je dépassais cette hauteur, j'en trouvais tout à coup 5 ou 6 pour 100 et même davantage.

» En agitant avec un mouchoir, le grisou disparaissait; mais, au bout de très-peu de temps, il s'était rassemblé de nouveau, il provenait sans doute du toit de la galerie.

» Voici, en second lieu, les observations que j'ai faites au puits Cinq-Sous; là se trouvent de vieux travaux qui n'ont pas été repris depuis le coup de grisou de 1867, le grisou s'y accumule facilement; pourtant, arrivé au fond, et à hauteur d'homme, nous ne trouvions de gaz ni avec la lampe, ni avec le grisoumètre; en montant sur une sorte de banc en saillie, nous étions plus élevés et nous avons pu faire avec soin une dizaine d'observations qui confirment les vues précédentes. J'étais accompagné de M. Mathet, l'ingénieur en chef, qui observait la lampe Mueseler, abaissée au minimum, tandis que je faisais des prises de gaz à la même hauteur que la lampe. A mi-corps, nous n'avions pas de grisou, mais, plus haut, nous tombions tout à coup dans des zones qui en contenaient des proportions supérieures à celles que pouvait indiquer mon appareil portatif, la lampe s'éteignait ou flambait dès que nous dépassions une certaine hauteur où elle ne donnait pas d'indications. On peut voir par là avec quelle difficulté le grisou se mêle à l'air lorsqu'il est en repos.

» Près de ces anciens travaux se trouve une cloche à grisou, de moindre dimension; j'ai pu puiser du gaz à des hauteurs variant de 3 à 4 centimètres et j'ai analysé ces gaz avec mon appareil de laboratoire. Voici, en centièmes, les proportions de grisou obtenues avec 7 flacons :

1,7, 2,2, 2,7, 4, 17,5, 19, 20.

» J'ajouterai que les observations que j'ai faites dans les chantiers ont eu lieu de 8 heures à midi; il y aurait intérêt à les répéter le matin, lorsque les ouvriers restent dans les travaux, comme aussi sur les 2 heures, lorsque l'abatage est terminé; en les multipliant, on saurait quels sont les moments de la journée qui demandent le plus de surveillance.

» On sait, en outre, d'après les expériences de M. Galloway, que, par suite de l'intervention des poussières de charbon, l'explosion, au lieu de se produire avec 6 ou 7 pour 100 de grisou, peut avoir lieu à partir de 0,892 pour 100 et qu'à cette limite les lampes ne donnent aucune indication; il peut donc y avoir intérêt à se servir d'un appareil portatif qui donnera des indications suffisamment exactes entre ces limites; c'est ce qui m'a déterminé à signaler ces dernières recherches, et j'ajouterai qu'avec le grisoumètre portatif, qui fonctionne actuellement dans les mines de Blanzy,

j'ai pu facilement faire de 20 à 30 dosages dans une tournée, sans que l'appareil fût épuisé complétement. »

M. Constantin adresse, pour le concours du prix Bréant, un Mémoire manuscrit sur un procédé de guérison du choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Gairal adresse, pour le concours de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire accompagné de plusieurs appareils relatifs au traitement des affections utérines.

(Renvoi à la Commission du concours de Médecine et de Chirurgie.)

M. d'Hubert adresse, pour le concours des Arts insalubres, une Note intitulée : « Améliorations apportées dans l'extraction, le transport et la conversion en engrais des matières de vidanges ».

(Renvoi à la Commission.)

M. Gagnage adresse, pour le concours des Arts insalubres, plusieurs échantillons et une Note intitulée : « Assainissement général des centres de population ».

(Renvoi à la Commission.)

M. G. Faeger adresse, pour le concours des Arts insalubres, un Mémoire intitulé : « Sur la pondérabilité de la force de la constitution ».

(Renvoi à la Commission.)

MM. Gerini, Thevenet, Vachet adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique fait savoir au Comité de la souscription pour l'érection d'une statue à Le Verrier qu'il est heureux de s'associer à cet hommage de reconnaissance pour l'illustre savant que la

France a perdu. Il met à la disposition du Comité l'offrande du Ministère de l'Instruction publique.

La Société académique du Cotentin fait connaître à l'Académie la somme qu'elle a votée pour la souscription destinée à l'érection d'une statue à Le Verrier.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage intitulé : « Exposition universelle de 1878. Notices sur les modèles, cartes et dessins relatifs aux travaux des Ponts et Chaussées, réunies par les soins du Ministère des Travaux publics » ;

2° Un ouvrage de M. *Parlatore*, intitulé : « Études sur la géographie botanique de l'Italie » ;

3° Un ouvrage de M. *Girard de Cailleux* portant pour titre : « Fonctionnement médical et administratif du service des aliénés de la Seine pendant sa période d'installation » ;

4° Un Rapport de M. *Marion* intitulé : « Le traitement des vignes phylloxérées par le sulfure de carbone ; expériences effectuées en 1877 » (Ce Rapport est renvoyé à l'examen de la Commission du Phylloxera) ;

5° Un ouvrage de M. *Ch. Richet* portant pour titre : « Des propriétés chimiques et physiologiques du suc gastrique chez l'homme et chez les animaux ».

Cet ouvrage sera renvoyé à l'examen de la Commission du prix de Physiologie expérimentale.

M. Terquem prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Physique.

(Renvoi à la Section de Physique.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements, par rapport au module, des fonctions elliptiques* $\lambda(x)$, $\mu(x)$ *et de leurs puissances.* Note de M. D. André.

« Les fonctions elliptiques $\lambda(x)$, $\mu(x)$, ainsi que leurs puissances d'exposant entier et positif, sont développables en séries suivant les puissances croissantes du module. Dans ces développements, les coefficients des puissances successives du module sont des fonctions de x. Nous nous sommes

efforcé de déterminer la forme générale de ces fonctions; nous pensons y être parvenus et comptons publier ultérieurement nos recherches. L'objet de la présente Note est d'indiquer sommairement la méthode que nous avons suivie et les résultats que nous avons obtenus.

» Il y aura bientôt deux ans ([1]) que nous avons fait connaître la forme générale des coefficients des développements par rapport à la variable x, soit des deux mêmes fonctions $\lambda(x)$, $\mu(x)$, soit des puissances de ces deux fonctions. Si l'on part de ces développements par rapport à x, et qu'on les ordonne par rapport aux puissances croissantes du module k, on constate facilement que ces puissances du module sont alors respectivement multipliées par des séries entières en x, d'une nature spéciale, lesquelles rentrent tout à fait, comme cas particuliers, dans les séries dont nous avons récemment ([2]) donné la somme sous forme finie.

» La méthode que nous devions suivre nous était donc naturellement indiquée : nous n'avions qu'à prendre les développements suivant les puissances de la variable x; à les ordonner suivant les puissances du module k, en déterminant bien les séries entières qui multiplient ces puissances; enfin à calculer, comme nous savions le faire, la somme de chacune de ces séries.

» C'est cette méthode que nous avons suivie. Les résultats qu'elle nous a fournis, et que nous avons, par d'autres considérations, notablement simplifiés, peuvent être résumés de la manière suivante :

» Si l'on désigne par p un entier quelconque non négatif, et que l'on pose

$$\begin{aligned}
\lambda^{2p+1}(x) &= C_0^{(p)} + C_1^{(p)}k^2 + C_2^{(p)}k^4 + C_3^{(p)}k^6 + \ldots,\\
\lambda^{2p}\ \ (x) &= D_0^{(p)} + D_1^{(p)}k^2 + D_2^{(p)}k^4 + D_3^{(p)}k^6 + \ldots,\\
\mu^{2p+1}(x) &= E_0^{(p)} + E_1^{(p)}k^2 + E_2^{(p)}k^4 + E_3^{(p)}k^6 + \ldots,\\
\mu^{2p}\ \ (x) &= F_0^{(p)} + F_1^{(p)}k^2 + F_2^{(p)}k^4 + F_3^{(p)}k^6 + \ldots,
\end{aligned}$$

les formes des coefficients $C_n^{(p)}$, $D_n^{(p)}$, $E_n^{(p)}$, $F_n^{(p)}$ sont respectivement données par les quatre égalités

$$\begin{aligned}
C_n^{(p)} &= \Sigma g_{i,j}x^{2i}\sin(2j+1)x + \Sigma h_{i,j}x^{2i+1}\cos(2j+1)x,\\
D_n^{(p)} &= \Sigma g_{i,j}x^{2i}\cos 2jx \qquad\quad + \Sigma h_{i,j}x^{2i+1}\sin 2jx,\\
E_n^{(p)} &= \Sigma g_{i,j}x^{2i}\cos(2j+1)x + \Sigma h_{i,j}x^{2i+1}\sin(2j+1)x,\\
F_n^{(p)} &= \Sigma g_{i,j}x^{2i}\cos 2jx \qquad\quad + \Sigma h_{i,j}x^{2i+1}\sin 2jx,
\end{aligned}$$

([1]) *Comptes rendus*, séance du 10 juillet 1876.
([2]) *Ibid.*, séance du 22 avril 1878.

dans chacune desquelles $g_{i,j}$ et $h_{i,j}$ sont des coefficients indépendants de x, et i et j des entiers non négatifs, et dans chacune desquelles aussi les Σ s'étendent, le premier à tous les systèmes de valeurs des entiers i et j qui satisfont à la fois aux deux conditions

$$2i \leq n, \quad 2i + j \leq n + p,$$

et le second à tous ceux qui satisfont à la fois aux deux conditions

$$2i + 1 \leq n, \quad 2i + 1 + j \leq n + p.$$

» Tous ces résultats nous paraissent nouveaux, sauf toutefois ce qui regarde le coefficient particulier $C_n^{(0)}$, dont la forme a été antérieurement [1] obtenue et publiée par nous. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation que subissent les formules de Cauchy, relatives à la réflexion de la lumière à la surface d'un corps transparent, quand on suppose une épaisseur sensible à la couche de transition.* Note de M. **H. Pellat**.

« Je suppose que l'éther, au lieu de présenter une brusque discontinuité dans ses propriétés en passant d'un premier milieu à un second, varie graduellement de l'un à l'autre.

» Je me bornerai du reste ici au cas le plus simple, celui où l'onde plane incidente a ses vibrations perpendiculaires au plan d'incidence. Prenons pour plan yOz un plan situé à l'intérieur de la couche de transition, tel qu'en tous ses points les propriétés de l'éther soient les mêmes : ce sera le plan fictif de séparation. Prenons pour axe des (x) une normale à ce plan, la partie positive étant dans le second milieu. Prenons xOy pour plan d'incidence, alors les vibrations seront parallèles à Oz; soit (ζ) leur élongation. On sait que le mouvement vibratoire peut être représenté par

$$\zeta = Ce^{(ux+vy-st)\sqrt{-1}} + C_1 e^{(-ux+vy-st)\sqrt{-1}}. \tag{1}$$

Le premier terme du second membre se rapporte à l'onde incidente, le second à l'onde réfléchie, (v) et (s) sont des constantes qui restent les mêmes dans les deux milieux et dans l'intérieur de la couche de transition;

[1] *Comptes rendus*, séance du 29 octobre 1877.

(u), (C) et (C_1), constants dans chaque milieu loin du plan de séparation, varient avec (x) dans l'intérieur de la couche de transition, savoir : (u) de (u_1) à (u_2), (C) de (C) à (C') et (C_1) de (C_1) à zéro. Posons $C = Ck$, $C_1 = Cl$.

$$j = ke^{ux\sqrt{-1}} + le^{-ux\sqrt{-1}}; \tag{2}$$

alors (1) s'écrit

$$\zeta = jCe^{(vy-st)\sqrt{-1}}, \tag{3}$$

(φ) étant une fonction quelconque de (k), (l), (u) et (x), désignons par $\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)$ sa différentielle totale, par $\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)$ sa différentielle partielle, en regardant (k), (l), et (u) comme constants, et enfin par $\left(\frac{\delta\varphi}{\delta x}\right)$ sa différentielle partielle, en regardant au contraire (k), (l) et (u) comme variables et (x) comme constant, de façon qu'on ait identiquement

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{\delta\varphi}{\delta x}. \tag{4}$$

» Supposons que la couche de transition soit partagée par des plans parallèles à zOy, en une infinité de tranches infiniment minces; nous pouvons considérer (k), (l) et (u) comme constants à l'intérieur de chacune d'elles et variant infiniment peu d'une tranche à la suivante. Appliquons le principe de continuité de Cauchy à l'élongation (ζ) et à sa dérivée $\frac{\partial\zeta}{\partial x}$ au plan de séparation de deux couches consécutives, nous aurons

$$\zeta = \zeta + \frac{\delta\zeta}{\delta x}\Delta x, \quad \text{d'où} \quad \frac{\delta\zeta}{\delta x} = 0, \tag{5}$$

et

$$\frac{\partial\zeta}{\partial x} = \frac{\partial\zeta}{\partial x} + \frac{\delta\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)}{\delta x}\Delta x, \quad \text{d'où} \quad \frac{\delta\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)}{\delta x} = 0, \tag{6}$$

et, en vertu de (4), les égalités (5) et (6) deviennent

$$\frac{d\zeta}{dx} = \frac{\partial\zeta}{\partial x}, \quad \text{ou encore} \quad \frac{dj}{dx} = \frac{\partial j}{\partial x}, \tag{7}$$

$$\frac{d\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)}{dx} = \frac{\partial\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)}{\partial x} = \frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2} \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\zeta}{dx^2} = \frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}, \quad \text{ou encore} \quad \frac{d^2 j}{dx^2} = \frac{\partial^2 j}{\partial x^2}. \tag{8}$$

En joignant aux égalités (7) et (8) l'égalité (2), on a les trois équations

$$(9)\qquad \begin{cases} k e^{ux\sqrt{-1}} + l e^{-ux\sqrt{-1}} = j, \\ u\sqrt{-1}\,(k e^{ux\sqrt{-1}} - l e^{-ux\sqrt{-1}}) = \frac{dj}{dx}, \\ -u^2(k e^{ux\sqrt{-1}} + l e^{-ux\sqrt{-1}}) = \frac{d^2j}{dx^2}; \end{cases}$$

d'où

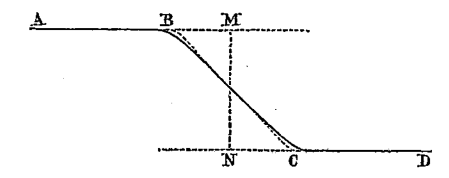
$$(10)\qquad \begin{cases} k = \frac{1}{2}\left(j - \frac{dj}{dx}\frac{\sqrt{-1}}{u}\right)e^{-ux\sqrt{-1}}, \\ l = \frac{1}{2}\left(j + \frac{dj}{dx}\frac{\sqrt{-1}}{u}\right)e^{ux\sqrt{-1}} \end{cases}$$

et

$$(11)\qquad \frac{d^2j}{dx^2} + u^2 j = 0.$$

» Cette dernière équation fera connaître (j) si la fonction (u) est connue.

» Or, portons en abscisse les longueurs (x) comptées sur la normale



et en ordonnée les valeurs de (u); la courbe qui représente cette fonction consistera en deux parties sensiblement droites et horizontales reliées, dans l'intérieur de la couche de transition, par une portion de courbe qui présentera nécessairement un point d'inflexion. Fresnel et Cauchy, supposant insensible l'épaisseur de la couche de transition, admettent un brusque passage MN d'une des parties horizontales à l'autre. On se rapprochera beaucoup plus de la réalité en prenant pour la partie variable la tangente d'inflexion BC qui coupe en B et C les tangentes à l'infini. Je donne un sens précis à l'expression *épaisseur de la couche de transition* en désignant ainsi la différence d'abscisse (ε) des points B et C. L'équation de cette tangente sera

$$(12)\qquad u = u_1 + (u_2 - u_1)\frac{x - x_1}{\varepsilon}$$

(x_1 abscisse du point B). Introduisons cette valeur dans (11), intégrons *entre* B *et* C par développement, et déterminons les deux constantes arbitraires par les conditions $k_1 = 1$ et $l_2 = 0$ (puisqu'il n'y a pas d'onde s'approchant de la surface de séparation dans le second milieu). On a, du

reste, $u_1 = \frac{2\pi \cos \alpha_1}{\lambda_1}$, $u_2 = \frac{2\pi \cos \alpha_2}{\lambda_2}$, λ_1 et λ_2 étant les longueurs d'onde dans le premier et le deuxième milieu, α_1 et α_2 les angles d'incidence et de réfraction. Finalement on arrive, en négligeant les puissances de $\left(\frac{\varepsilon}{\lambda_1}\right)$ supérieures à la seconde, aux égalités suivantes pour les valeurs C_1 et C' des amplitudes des rayons réfléchis et réfractés :

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{C_1}{C} = l_1 = -\dfrac{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}\left[1 - \left(\dfrac{\varepsilon}{\lambda_1}\right)^2 \dfrac{\pi^2}{3}\,\dfrac{2\sin\alpha_1\cos\alpha_1\cos\alpha_2}{\sin\alpha_2}\right], \\[2ex] \dfrac{C'}{C} = k_2 = \dfrac{2\cos\alpha_1\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1+\alpha_2)}\left[1 + \left(\dfrac{\varepsilon}{\lambda_1}\right)^2 \dfrac{\pi^2}{6}\,\dfrac{\sin^2(\alpha_1-\alpha_2)}{\sin^2\alpha_2}\right]. \end{cases}$$

» Ces formules *satisfont au principe de la conservation de l'énergie.* Elles se réduisent à celles de Fresnel ou de Cauchy pour $\varepsilon = 0$.

» On voit que, si $\left(\frac{\varepsilon}{\lambda_1}\right)$ avait une valeur sensible, la lumière blanche serait teintée par la réflexion. Ces formules m'ont permis, comme je le montrerai dans une prochaine Note, de déterminer une limite maximum de l'épaisseur de la couche de transition : j'ai trouvé que pour l'air et le verre cette couche devait avoir une épaisseur moindre que $\frac{1}{16}$ de longueur d'onde moyenne ; or une épaisseur aussi faible fait différer très-peu les formules (13) des formules de Fresnel. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les frais d'établissement des paratonnerres.* Note de M. MELSENS. (Extrait.)

« Pour répondre à quelques objections, il ne me paraît pas inutile de démontrer que, dans la plupart des cas, les frais occasionnés par des conducteurs déliés nombreux, des aigrettes multiples et aussi des raccordements terrestres multiples, sont moins élevés que les frais exigés par la pose des paratonnerres classiques.

» Le paratonnerre d'une ferme a coûté, en nombre rond, 400 francs ; mais, comme il a été monté par les ouvriers ordinaires de la fabrique, nous doublerons cette somme et nous la porterons à 800 francs. Le fil de fer galvanisé employé n'a que 6 à 7 millimètres de diamètre ; les 37 aigrettes à 6 pointes ont été façonnées de ce même fil ; mais ce diamètre pourrait être considéré comme étant trop faible ; employons du fil de fer de 10 millimètres de diamètre et doublons, une seconde fois, tous les frais, soit 1600 francs, pour un développement de toits de plus de 300 mètres, garni

de 37 aigrettes, 7 larges contacts à la terre, 2 contacts avec une nappe d'eau et deux contacts avec l'eau de deux puits.

» Après avoir ainsi quadruplé la dépense, admettons qu'elle sera proportionnelle au développement des conducteurs, c'est-à-dire dans les rapports de (320 mètres à 3724 mètres) 1 : 12, environ. En arrondissant de nouveau les nombres, on arrive à conclure qu'un paratonnerre de mon système établi sur les abattoirs de la Villette, par exemple, aurait coûté 20000 francs, alors que la dépense faite s'est élevée à 70000 francs pour les paratonnerres ordinaires. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de quelques produits de substitution des acides acétique et benzoïque.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Acide monochloracétique,* chaleur dégagée dans la combinaison avec Na^2O :

» (*a*) Acide dissous, $94^{gr},5$ dans 2 litres ; Na^2O, $15^{gr},5$ au litre ; base dissoute, sel dissous : $+ 14^{cal},354$. Acide deux fois plus dilué : $+ 14^{cal},441$; moyenne : $14^{cal},398$.

» (*b*) Acide non dissous, base et sel dissous : $+ 11^{cal},972$; ce qui donne, pour la chaleur absorbée dans la dissolution de cet acide : $- 2^{cal},426$. Trouvé directement : $- 2^{cal},331$.

» 2. *Acide trichloracétique,* avec Na^2O :

» (*a*) Acide dissous, 1 molécule en grammes dans 4 litres ; Na^2O, 1 molécule en grammes dans 2 litres ; base dissoute, sel dissous : $+ 14^{cal},056$.

» (*b*) Acide solide, base dissoute, sel dissous :

Solution de K^2O	$+ 17^{cal},135$
Solution de Na^2O	$+ 17^{cal},055$

» (*c*) Ainsi la dissolution de l'acide dans l'eau dégage $+ 3,001$; l'expérience directe a donné : $+ 2^{cal},894$.

» (*d*) Dissolution dans l'eau du sel Na de l'acide trichloracétique soigneusement purifié et analysé : 1 partie de sel, 45 parties d'eau : $+ 1^{cal},738$.

» (*e*) Action de l'eau sur cette solution, 1 vol. de sel $+ \frac{1}{2}$ vol. d'eau : $+ 0^{cal},227$.

» Nous avons pour la formation du sel Na de l'acide trichloracétique, tous les corps étant supposés à l'état solide : $+ 26^{cal},448$.

» Pour l'acétate de soude, on a : $+ 18^{cal},3$ (Berthelot).

» L'acide trichloracétique se rapproche donc davantage des acides minéraux par la chaleur de la formation de ses sels solides.

» 3. *Glycocolle* (acide amido-acétique) :

» (*a*) Chaleur dégagée dans la combinaison avec Na^2O, Acide dissous, 1 molécule en grammes dans 2 litres ; base, 1 molécule en grammes dans 2 litres) ; base dissoute, sel dissous . $+ 2^{cal},991$.

» (*b*) Décomposition du sel formé, par H Cl ($18^{gr},25$ au litre) : $+10^{cal},955$.

» Ce qui donnerait, pour la chaleur de formation du sel : $+2^{cal},745$.

» (*c*) Action de H Cl sur le glycocolle précédemment libéré par la première action de H Cl sur le sel Na : $+1,074$.

» Deuxième action de H Cl : $+0,020$. Effet négligeable.

» (*d*) Combinaison directe du glycocolle avec H Cl (glycocolle, 1 molécule en grammes dans 2 litres; H Cl, 1 molécule en grammes dans 2 litres); glycocolle dissous, H Cl dissous, combinaison dissoute : $+0^{cal},980$.

» Décomposition de la combinaison formée par Na^2O : $+12^{cal},852$.

» Ce qui donne, pour la combinaison avec H Cl :

$$13,700 - 12,852 = 0^{cal},848.$$

» (*e*) Effet de l'eau sur le sel Na du glycocolle (sel, 1 molécule en grammes dans 4 litres ; sel, 1 volume; eau, 1 volume) : $-0^{cal},012$.

» (*f*) La dissolution du glycocolle dans l'eau est accompagnée d'une absorption de chaleur (1 partie d'acide, 50 parties d'eau) : $-3^{cal},580$.

» 4. *Alanine.* — Je devais à l'obligeance de M. Menschutkine une petite quantité d'alanine qu'il avait préparée lui-même.

» (*a*) Acide dissous, 1 molécule en grammes dans 8 litres; Na^2O dissoute, 1 molécule en grammes dans 2 litres; sel dissous : $+2^{cal},467$.

» (*b*) Alanine dissoute, 1 molécule en grammes dans 8 litres; H Cl, 1 molécule en grammes dans 2 litres : $+0^{cal},896$.

» On voit par ces expériences que le remplacement de H par Cl dans l'acide acétique augmente un peu la chaleur de combinaison avec Na^2O. Dans l'état dissous, il n'y a aucune régularité dans cette augmentation, car il semble que l'acide monochloracétique dégage plus de chaleur dans cette réaction que l'acide trichloracétique. Mais la formation du trichloracétate de soude, rapportée à l'état solide, dégage bien plus de chaleur que celle de l'acétate; ce qui montre que l'acide trichloracétique est un acide plus puissant que l'acide acétique, conformément au mode de comparaison adopté par M. Berthelot.

» Quant à l'introduction de NH^2 remplaçant H, on peut dire qu'elle transforme complétement l'acide acétique en une substance presque neutre, ne se combinant avec les bases et avec HCl qu'avec peu d'énergie ; elle dégage néanmoins plus de chaleur dans sa combinaison avec Na^2O qu'avec HCl ; l'alanine se comportant d'une manière analogue, il est probable que ce fait est général pour les acides gras. Au contraire, l'acide amidobenzoïque se rapproche beaucoup plus, au point de vue thermochimique, du type acide, comme je vais le montrer.

» 5. *Acide amidobenzoïque.* — Point de fusion 172° (acide méta).

» (*a*) Acide non dissous, soude dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres). Sel dissous, réaction rapide et nette : $+5^{cal},098$.

» (*b*) Acide dissous, base dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres). Sel dissous. Solution d'acide, $8^{gr},5625$ dans 1 litre : $+9^{cal},258$.

» (*c*) Chaleur absorbée dans la dissolution dans l'eau de 1 molécule en grammes de l'acide amidobenzoïque : $-4^{cal},160$.

» (*d*) Chaleur dégagée dans la dissolution, dans l'eau du sel Na de cet acide. Sel soigneusement desséché ; 1 partie de sel dans 55 parties à peu près d'eau : $+1^{cal},385$.

» (*e*) Acide amidobenzoïque non dissous ; HCl dissous (1 molécule en grammes dans 2 litres) ; combinaison dissoute : $-1^{cal},795$.

» (*f*) Acide amidobenzoïque dissous, HCl (même que précédemment) ; combinaison dissoute : $+2^{cal},753$.

» Ce qui donne, pour la chaleur absorbée dans la dissolution de l'acide amidobenzoïque : $-4,548$, nombre un peu supérieur à celui trouvé dans l'étude du sel Na.

» (*g*) Chaleur absorbée dans la dissolution dans l'eau de la combinaison avec HCl (1 partie de la combinaison dans 42 parties d'eau) : $-0^{cal},958$.

» 6. La table suivante donne les résultats obtenus par moi pour les acides nitro et amidobenzoïques, comparés à l'acide benzoïque. Combinaison avec la soude :

			Acide			
Acide.	Base.	Sel.	nitrobenzoïque.	benzoïque.	amidobenzoïque.	
					cal	
Dissous.	Dissoute.	Dissous......	+ 12,804	+ 13,500	+ 9,270	moyenne.
Solide.	Dissoute.	Dissous......	+ 7,710	+ 7, 00	+ 5,110	»
Dissous.	Dissoute.	Solide.......	+ 14,074	+ 12,700	+ 7,874	»
Solide.	Dissoute.	Solide......	+ 8,980	+ 6,200	+ 3,725	»
Tous les corps séparés de l'eau...			+ 18,720	+ 16,000	+ 13,509	»

» Comme on le voit par cette table, l'introduction de AzO^2 influe d'une manière sensible sur la chaleur de combinaison avec Na^2O, surtout quand tous les corps sont séparés de l'eau.

» J'ai fait les mêmes remarques pour les acides chloracétiques.

» Il en est autrement du groupe NH^2 ; il diminue considérablement la chaleur dégagée dans la combinaison avec la soude, et cela pour tous les états des substances qui se combinent. Néanmoins, dans l'acide amidobenzoïque, il n'a pas la même influence que dans les acides de la série grasse que j'ai étudiés. Ces derniers corps jouent le rôle d'acides bien

plus faibles, comparables tout au plus à l'acide cyanhydrique; tandis que l'acide amidobenzoïque se rapproche sous ce rapport des acides carbonique et borique.

» Ce contraste rappelle celui qui existe entre les alcools de la série grasse et les phénols, au point de vue de la chaleur dégagée par leur union avec les bases. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le glycolide.* Note de MM. **J.-H. Norton** et **J. Tcherniak**, présentée par M. Würtz.

« Le glycolide a été obtenu en 1854, comme produit de la décomposition de l'acide tartronique, par Dessaignes, qui le décrit comme une poudre blanche qui fond vers 180 degrés et qu'il est impossible d'obtenir exempte d'eau, même en la faisant fondre à 180 degrés. Les analyses faites par ce savant ne s'accordaient pas entièrement avec la formule $C^2H^2O^2$ attribuée à ce corps.

» Plus tard, Heintz obtint ce même corps en chauffant l'acide glycolique à 200 degrés. Kekulé l'a produit, en petite quantité, par l'action de la chaleur sur le chloracétate de potassium :

$$CH^2Cl\text{-}CO^2K = KCl + C^2H^2O^2.$$

Le produit obtenu n'était pas assez pur pour l'analyse.

» Le grand intérêt qui s'attache au glycolide, cet anhydride de l'acide glycolique, et la facilité avec laquelle ce corps se prête à la préparation des principaux termes de la série glycolique, nous ont fait paraître désirable de trouver une méthode permettant de produire des quantités considérables de ce corps.

» Nous avons pensé que la cause des résultats peu satisfaisants obtenus par M. Kekulé était à chercher dans l'eau de cristallisation adhérente au chloracétate de potassium, qui hydrate la plus grande partie du glycolide formé, et le transforme en acide glycolique, et qu'on obtiendrait des résultats plus satisfaisants si l'on pouvait employer, pour la décomposition, un chloracétate anhydre. L'expérience a répondu à notre attente, et nous allons décrire le procédé qui nous a permis de faciliter notablement la préparation du glycolide.

» Nous avons dissous du sodium dans quinze fois son poids d'alcool

absolu, et cette solution a été additionnée d'une solution alcoolique concentrée d'acide chloracétique. Après quelques heures de repos, la presque totalité du chloracétate de sodium s'est séparée à l'état d'un précipité blanc. Ce précipité est recueilli sur un entonnoir, filtré à la trompe, pressé et séché. C'est du chloracétate de soude parfaitement pur et anhydre, comme nous l'a démontré l'analyse.

» Pour transformer le chloracétate de soude en glycolide, on le dessèche d'abord à 100 degrés dans une étuve, puis on élève très-graduellement la température que l'on fait monter peu à peu jusqu'à 150 degrés. Il est bon d'étaler le sel en couches minces sur de larges surfaces planes et de le remuer de temps en temps. Le produit est alors beaucoup plus pur et conserve toute sa blancheur; entassé dans une capsule, il peut se décomposer brusquement en émettant des vapeurs irritantes.

» Après avoir chauffé le sel pendant assez longtemps (deux jours suffisent généralement pour compléter la transformation), on le retire de l'étuve, on le pulvérise et l'on reprend par de l'eau bouillante, on recueille sur un filtre et on lave avec de l'eau, tant que les eaux de lavage sont précipitées par le nitrate d'argent. Le résidu séché à 200 degrés représente du glycolide parfaitement pur.

» $0^{gr},426$ de substance ont donné $0,14\ H^2O$ et $0,646\ CO^2$.

	Théorie $C^2H^2O^2$.	Trouvé.
C................	41,36	41,38
H................	3,63	3,45

» Le rendement en glycolide pur est très-satisfaisant; on obtient en moyenne 80 pour 100 de la théorie.

» Le glycolide pur présente une poudre légère d'une blancheur parfaite; sa saveur est insipide; il ne rougit pas sensiblement le papier de tournesol. Il fond à 220 degrés. La nitrobenzine en dissout une petite quantité à chaud et le dépose par le refroidissement. Il montre toutes les réactions observées par Dessaignes; ainsi l'eau le transforme en acide glycolique, l'ammoniaque en glycolamide [1].

---

(1) Nous avons cherché en vain à transformer la glycolamide en glyconitrile. L'anhydride phosphorique la carbonise et le réactif de Henry (le pentasulfure de phosphore) ne donne pas non plus le résultat désiré.

A cette occasion nous avons cherché à simplifier la préparation des nitriles, en prenant comme déshydratant une substance plus accessible et plus agréable à manier que les com-

» Chauffé avec de l'anhydride phosphorique mélangé avec du sable sec pour modérer la réaction, le glycolide se scinde en eau, charbon et oxyde de carbone.

» Nous avons étudié spécialement l'action de l'éthylamine et de l'aniline sur le glycolide. L'éthylamine le transforme immédiatement, même à zéro, en glycoléthylamine, identique avec le corps obtenu par Heintz dans l'action de l'éthylamine sur l'éther glycolique. L'aniline donne naissance à un nouveau corps, la glycolphénylamine.

» *Glycolphénylamine.* — Le glycolide se dissout facilement dans l'aniline lorsqu'on chauffe vers 130 degrés. Il est bon de prendre un léger excès de glycolide, car alors le produit est plus facile à purifier. Le produit de la réaction présente une masse brune, épaisse, qui se solidifie au bout de quelque temps. On la dissout dans l'eau bouillante, qui se remplit par le refroidissement de beaux cristaux blancs, faciles à purifier par une nouvelle cristallisation.

» La composition de ces cristaux répond à la formule

$$CH^2 OH - CO . Az H^6 . CH^5.$$

	Théorie $C^8 H^9 Az O^2$.	Trouvé. I.	II.	III.	IV.
C...........	63,51	63,80	63,12	63,90	»
H...........	5,96	6,40	6,30	6,33	»
Az..........	9,27	»	»	»	9,85

» La glycolphénylamine cristallise par le refroidissement de sa solution aqueuse concentrée en longues aiguilles prismatiques groupées en faisceaux. Par l'évaporation spontanée de sa solution aqueuse, on l'obtient en prismes assez volumineux, souvent entre-croisés, appartenant au système clinorhombique. Les aiguilles fondent à 108 degrés, les prismes à 92 degrés.

» La glycolphénylamine se dissout dans son poids d'eau à 100 degrés et dans 17,5 parties d'eau à 20 degrés. Elle se dissout très-facilement dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc. Elle dissout l'oxyde d'argent. La

---

posés du phosphore, et nous avons été heureux de trouver dans la chaux vive un excellent agent de déshydratation. Nous avons transformé l'acétamide en acétonitrile, la benzamide en benzonitrile, en distillant au bain-marie un mélange de l'amide *sèche* avec la quantité équivalente de chaux vive. On obtient environ un tiers de la quantité théorique en nitrile pur.

potasse la décompose à l'ébullition avec production d'aniline et de glycolate.

» Nous nous proposons d'étudier l'action de l'hydrogène sulfuré et de l'acide cyanhydrique sur le glycolide, et nous nous ferons un honneur d'en communiquer les résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la triméthylglycéramine.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Würtz.

« La glycérine, étant un alcool triatomique, doit donner des bases comparables aux bases oxyéthyléniques découvertes par M. Würtz. L'ammoniaque ne donne, avec les composés glycériques, que des corps incristallisables et très-mal définis. Il m'a paru probable que la triméthylamine, qui donnerait un composé analogue à la névrine, devrait fournir un corps mieux défini.

» J'ai chauffé pendant douze heures, au bain-marie, de la monochlorhydrine ordinaire avec la triméthylamine du commerce. Le liquide contenu dans les matras n'a pas changé d'aspect. Ce liquide est chauffé au bain-marie de façon à chasser l'excès de triméthylamine, tout en ajoutant de l'eau de façon à empêcher une trop grande concentration qui favoriserait la décomposition du chlorhydrate. Lorsque le liquide a entièrement perdu son odeur de triméthylamine, on y ajoute une solution concentrée de chlorure de platine et on laisse la liqueur en repos. Le lendemain, il s'est formé une quantité notable de chloroplatinate d'ammonium qui provient de la décomposition d'une partie de la base pendant l'évaporation. La liqueur est alors concentrée rapidement à chaud, puis abandonnée au refroidissement, qui détermine la production d'un magma cristallin, qui est le chloroplatinate de triméthylglycérammonium. Les eaux mères renferment un corps incristallisable, précipitable par l'alcool qui, d'après le dosage de platine, serait le chloroplatinate de monométhylglycéramine.

» Le magma précédent, purifié par la presse et la cristallisation, se présente sous forme de tables orangées, d'apparence quadratique, bien que l'étude optique les place dans le système orthorhombique; il m'a, du reste, été impossible d'obtenir aucune modification qui permette de déterminer la forme cristalline.

» Ces cristaux, bien qu'anhydres, s'effleurissent dans le vide sec en perdant de l'acide chlorhydrique; ils sont solubles dans l'eau froide, très-

solubles dans l'eau chaude, et cette solution ne se décompose par l'ébullition qu'autant que le sel est impur. Ils sont insolubles dans l'alcool.

» L'analyse répond à la formule

$$\left[\begin{matrix} C^3H^7O^2 \\ (CH^3)^3 \end{matrix}\right\} Az - Cl \Bigg]^2, PtCl^4.$$

	C.	H.	Pt.
Calculé........	14,18	3,34	29,1
Trouvé........	14,23	3,34	28,8

» Ce chloroplatinate, traité en solution aqueuse par l'hydrogène sulfuré, laisse une liqueur incolore qui est évaporée dans le vide; c'est le chlorhydrate de la base précédente; c'est un liquide sirupeux.

» Ce chlorhydrate, traité par l'oxyde d'argent humide, fournit l'hydrate correspondant.

» Je continue, au laboratoire de M. Würtz, l'étude de cet hydrate et des autres sels de la base. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les citrates ammoniacaux.* Note de M. Ed. Landrin.

« On sait depuis longtemps que la plupart des oxydes et des citrates métalliques sont solubles dans le citrate d'ammoniaque; cette solubilité a, du reste, été utilisée par M. Joulie dans la séparation de l'acide phosphorique et de la chaux, de l'alumine et de l'oxyde de fer. Il m'a paru intéressant de rechercher si, dans cette séparation, le citrate d'ammoniaque agissait seulement comme dissolvant ou bien s'il entrait directement en combinaison avec ces oxydes. Ce sont mes premières recherches sur ce sujet qui font l'objet de cette Note.

» Si l'on ajoute lentement à une dissolution d'acide citrique saturée d'ammoniaque de la chaux en poudre, ou mieux du carbonate de chaux pur précipité, on constate que la chaux déplace l'ammoniaque et entre en combinaison avec l'acide citrique; le liquide, d'abord trouble, s'éclaircit par l'ébullition; si on le laisse alors refroidir, il se trouble de nouveau et un précipité blanc abondant apparaît. L'analyse montre que ce précipité est du citrate tribasique de chaux, tandis que le liquide surnageant est du citrate d'ammoniaque, retenant en dissolution une certaine quantité de citrate de chaux.

De plus, si l'on concentre de nouveau le liquide clair, le citrate achève de se déposer en se séparant complétement du citrate d'ammoniaque qui cristallise en dernier lieu. Le citrate de chaux, insoluble dans l'eau, est donc soluble dans le citrate d'ammoniaque (ce qu'on peut vérifier directement), et c'est bien la solubilité de ce sel qui empêche la précipitation de la chaux dans le procédé analytique de M. Joulie.

» J'ai répété ces expériences avec la baryte et la strontiane et, dans aucun cas, il ne m'a été possible jusqu'à présent de constater la formation d'un citrate simple ou double dans lequel entreraient à la fois l'ammoniaque et l'une de ces bases; les citrates de baryte et de strontiane étant au surplus solubles, comme le citrate de chaux, dans le citrate d'ammoniaque. Il n'en est plus de même lorsqu'on traite le citrate d'ammoniaque par la magnésie : cette base déplace aussi l'ammoniaque à chaud, mais la solution refroidie ne laisse plus rien déposer. Si l'on concentre alors cette dissolution à froid, en présence de l'acide sulfurique, on voit se former de petits cristaux qui s'agglomèrent et finissent par former une croûte assez épaisse; lavés, puis séchés, ils présentent la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone..........	28,29	28,23
Hydrogène.........	5,91	5,88
Oxygène..........	47,08	47,07
Azote............	10,92	10,98
Magnésie..........	7,80	7,84
	100,00	100,00

correspondant à la formule $C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, MgO + 2HO$. Le sel ainsi obtenu est blanc, soluble dans l'eau, très-peu soluble dans l'alcool, exempt de la saveur amère des sels magnésiens; exposé à l'air, il ne subit aucune altération. On voit, par sa formule, qu'il correspond au citrate biammoniacal ordinaire, dans lequel l'équivalent d'eau est remplacé par un équivalent de magnésie; aussi le désignerai-je sous le nom de *citrate de magnésie biammoniacal*.

» Si l'on fait bouillir dans les mêmes conditions une dissolution d'acide citrique saturée d'ammoniaque en présence de l'alumine en gelée, on obtient aussi un sel cristallisé, mais présentant une composition chimique différente. Le sel ainsi obtenu répond en effet à la formule

$$C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, Al^2O^3 + C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, HO:$$

c'est donc un sel double formé par l'union d'un *citrate d'alumine biammoniacal* et du citrate d'ammoniaque ordinaire.

» Le sesquioxyde de fer précipité donne une combinaison analogue; les cristaux d'une couleur jaune, et qui paraissent appartenir au système du prisme oblique, retiennent 6 équivalents d'eau et correspondent à la formule

$$C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, Fe^2O^3 + C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, HO + 6HO.$$

» Exposé à l'air, ce sel ne tarde pas à s'effleurir en prenant une couleur brune, sans toutefois se décomposer.

» La magnésie, l'alumine et l'oxyde de fer donnent donc, contrairement à ce qui a lieu pour la chaux, des combinaisons bien définies avec l'acide citrique et l'ammoniaque, ces combinaisons ayant pour caractère commun de ne plus précipiter l'acide phosphorique. Me basant sur ces faits, j'ai recherché si les autres oxydes métalliques ne fourniraient pas des combinaisons analogues; j'ai obtenu jusqu'à présent les sels suivants :

Citrate de manganèse biammoniacal, $C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, MnO$, préparé en faisant réagir le carbonate de manganèse sur le citrate d'ammoniaque. — Sel blanc, en croûtes cristallines, très-solubles dans l'eau.

Citrate de nickel biammoniacal, $C^{12}H^5O^{11}, 2AzH^4O, NiO + 4HO$, préparé avec l'oxyde de nickel hydraté et le citrate d'ammoniaque. Sel blanc verdâtre, cristallisé, soluble dans l'eau. Si l'on abandonne pendant très-longtemps à l'air des cristaux humides de ce sel, ils se décomposent en citrate d'ammoniaque et en citrate de nickel incristallisable.

Citrate de cobalt biammoniacal, $C^{12}H^5O^{11} 2AzH^4O, CoO + 4HO$, préparé avec l'hydrate d'oxyde de cobalt. Sel cristallisé, couleur chocolat, donnant avec l'eau des solutions roses.

Citrate de cuivre biammoniacal $C^{12}H^5O^{11} 2AzH^4O, CuO + HO$, préparé avec le carbonate de cuivre et le citrate d'ammoniaque. Sel cristallisé, bleu verdâtre, ressemblant beaucoup au citrate de nickel biammoniacal.

» Je poursuis actuellement l'étude de ces sels, et j'espère adresser prochainement mes nouveaux résultats à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une maladie non encore décrite des vins du midi de la France dits* vins tournés. Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai observé en 1870, puis en 1875, sur les vins français de la région méditerranéenne, une *maladie* jusqu'ici confondue, au moins tacitement,

avec la *tourne* ou *pousse* des vins du Centre. Cette maladie mérite d'autant mieux d'être signalée que depuis quelques années elle sévit principalement sur les vins français des départements où se récolte plus du tiers de la quantité annuelle totale. Elle s'observe surtout après les automnes chauds et pluvieux, quand la moisissure envahit partiellement la grappe. On peut la constater, quelquefois dès le début de l'hiver, après le premier soutirage. Le vin contenu dans des tonneaux bien clos se conserve en apparence, et tant qu'il n'a pas l'accès de l'air. Il ne dégage pas sensiblement d'acide carbonique. Si on l'examine avec soin au grand jour, dans une bouteille de verre blanc, on y remarque comme un léger brouillard brillant. Mais qu'on laisse à l'air ce vin soutiré, au bout de quelques heures, et plus tard de quelques minutes, de rouge et transparent qu'il était à la sortie du tonneau, il devient peu à peu trouble, il s'irise à la surface, sa matière colorante semble s'oxyder rapidement, elle passe du rouge au violet bleuâtre, puis se dépose sous forme d'un précipité sale couleur bistre, tandis que la liqueur surnageante ne garde qu'une teinte brun jaunâtre, une odeur de cuit et un goût acidulé et légèrement amer.

» Tels sont, à un degré plus ou moins marqué suivant l'époque où l'on observe ces vins, les signes les plus évidents de leur profonde décomposition. En les examinant de plus près, on s'aperçoit que certains de leurs éléments, tels que l'alcool, n'ont pas sensiblement varié (9 degrés C. pour les vins distillés en novembre, 9°, 2 un an après), que d'autres, tels que le tannin, la matière colorante, le tartre, sont entièrement modifiés ou bien ont complétement disparu. Après m'être assuré qu'il n'existait plus de crème de tartre dans ces vins, j'en ai saturé un litre à la température de 65 à 70 degrés par du carbonate de plomb humide. La liqueur filtrée, traitée par un petit excès d'acide phosphorique, a été évaporée à sec. Le *distillatum* contenait $2^{gr},04$ d'acide acétique. On sait que dans les vins français l'acidité due aux acides volatils varie de $0^{gr},2$ à $0^{gr},45$ par litre, calculée en acide acétique. Il s'était donc fait à l'abri de l'air $1^{gr},5$ environ d'acide acétique. La partie insoluble des sels de plomb a été décomposée par H^2S; la liqueur filtrée, évaporée à sec en présence d'un peu de noir animal lavé, reprise par l'alcool, a laissé par évaporation lente des cristaux transparents, acides, ayant toutes les propriétés de l'acide tartronique. Le sel de baryte m'a donné $73^{gr},2$ de carbonate barytique au lieu de $73^{gr},7$ qu'exige la théorie pour le tartronate $C^3H^2BaO^5$ séché à 100 degrés. Les sels alcalins réduisaient peu à peu à chaud le nitrate d'argent.

» L'équation suivante explique la décomposition de la crème de tartre

dans cette fermentation spéciale, l'acidification du vin tourné ainsi que :

$$\underbrace{2\,C^4H^5KO^6}_{\text{Tartrate acide de K.}} = \underbrace{2\,C^3H^3KO^5}_{\text{Tartronate acide de K.}} + \underbrace{C^2H^4O^2}_{\text{Acide acétique.}}.$$

» En examinant de plus près encore ces vins, j'y ai reconnu la présence d'une notable proportion d'acide lactique ordinaire. Je l'ai dosé en évaporant le vin à sec en présence d'un petit excès d'acide chlorhydrique, reprenant par l'éther et faisant cristalliser le lactate de zinc. J'ai obtenu ainsi par litre $1^{gr},006$ de lactate de zinc $(C^3H^5O^3)^2Zn\,3H^2O$. Ce sel était bien du lactate ordinaire; car, par dessiccation à 125 degrés, il a perdu 18,15 d'eau pour 100, au lieu de 18,17 que veut la théorie, et de 12,9 qu'aurait fourni le sarcolactate. J'ai d'ailleurs obtenu, par calcination, 33,50 pour 100 d'oxyde de zinc au lieu de 33,38, nombre exact.

» Balard (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIII, p. 1226) avait déjà mentionné l'existence de l'acide lactique dans certains vins *tournés*, différents des nôtres, ainsi que nous l'indiquerons plus bas. A la suite de cette observation, il avait recherché et trouvé, en effet, l'acide lactique dans des vins sains en apparence. Toutefois cet acide n'existant pas dans les produits de la fermentation du glucose pur, et sa présence coïncidant ici avec la disparition de l'acide tartrique et la formation de l'acide tartronique, peut-être pourrait-on penser qu'il dérive de l'acide tartrique d'après l'équation suivante, qui rapproche ces trois termes :

$$\underbrace{3C^4H^6O^6}_{\text{Acide tartrique.}} = \underbrace{3C^3H^4O^5}_{\text{Acide tartronique.}} + \underbrace{C^3H^6O^3}_{\text{Acide lactique.}}$$

» Je n'ai trouvé, dans les vins tournés que je décris, ni acide butyrique, ni acide glycolique.

» Quant au parasite qui détermine cette profonde altération des vins, il a la plus grande analogie de forme avec celui que M. Pasteur décrit dans son ouvrage (*Études sur le vin*, 2e édit., 1878, *Pl. X*, filaments de la tourne.) L'examen du dépôt des bouteilles m'a montré un très-grand nombre de filaments ténus, flexibles, flexueux, souvent à angles brusques, mais non en apparence articulés, de largeur variable et d'un peu plus de 1 millième de millimètre de diamètre ($1^{\mu\mu},2$ environ.) Ce parasite est très-abondant et principal. Il est mêlé de quelques autres filaments rares, à articles alternatifs clairs et obscurs, de nombreuses cellules de levûre de vin, de cristaux en éventail, et de matière colorante précipitée.

» Cette maladie est l'une des plus graves de celles qui atteignent nos vins, tant par l'extension qu'elle prend dans les années pluvieuses que par la difficulté où l'on est de la reconnaître dès le début et d'y remédier. *Lorsqu'elle est en plein développement,* elle ne saurait plus être combattue : dès que l'air agit, la matière colorante se précipite rapidement. Les collages, soutirages, l'addition de tannin, de crème de tartre, et le chauffage Pastorien lui-même, utiles au début, ne suffisent ni à balancer l'action du ferment, ni à en corriger les effets lorsqu'ils se sont produits. Les acides organiques et minéraux, l'acide phénique, sulfureux et surtout sulfhydrique, retardent la décomposition du vin, mais ne l'empêchent pas.

» Cette maladie ne saurait être confondue avec celle que Balard (*loc. cit.*) a décrite aussi pour certains vins du Midi, sous le nom de *tourne,* mais dont les effets sont différents, et dont le ferment est, dit-il, formé de petits filaments droits qu'il rapproche du ferment de l'acide lactique. Elle ne saurait aussi, quelle que soit la ressemblance de son parasite avec celui que M. Pasteur a découvert dans les *vins tournés* du centre de la France, être confondue avec la *tourne* ou *pousse* décrite par ce savant auteur. Elle en diffère par le non-dégagement d'acide carbonique et l'absence de *pousse* ou de poussée, lorsqu'on pratique un fausset au tonneau. Elle en diffère encore par l'altération profonde de la matière colorante qui devient rapidement manifeste, dès qu'on expose ce vin à l'air. On ne saurait donc douter qu'il n'existe un certain nombre de maladies du vin, dues à des ferments divers, et qui ont été confondues jusqu'ici sous le nom commun de *tourne.* C'est ce que M. Pasteur (*Études sur le vin,* 2e édit., p. 57) avait prévu avec sa perspicacité habituelle, lorsqu'il dit : « Je suis porté à croire que l'on réunit, sous » l'expression de *vins tournés*, des maladies différentes auxquelles correspondent plus d'un ferment filiforme. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la production de la sensation lumineuse.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. A. Vulpian.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication (20 mai 1878), que le repos de l'œil, pendant un certain temps, dans l'obscurité, produisait une augmentation de la sensibilité lumineuse, que nous avons attribuée à la présence, dans cet œil, d'un excès de substance rouge photochimique.

» Voici un fait curieux qui vient à l'appui de cette manière de voir :

» Dans les conditions ordinaires de la vision, si l'on présente à un œil

exercé une couleur quelconque, il reconnaîtra facilement si cette couleur est saturée ou bien si elle est plus ou moins mélangée de blanc. Une couleur simple, pure de tout élément étranger, fait sur l'œil normal une impression spéciale et bien définie. Or, vient-on à présenter une couleur pure, de moyenne intensité, à un œil qui sort d'une obscurité complète après un séjour d'un quart d'heure environ, l'impression ressentie par cet œil est bien différente : il ne voit plus une couleur saturée, mais une couleur fortement mélangée de blanc, en même temps qu'elle paraît plus lumineuse.

» Ce phénomène se produit d'une manière très-frappante, si, après avoir fait reposer l'un des yeux et laissé l'autre ouvert pendant le temps indiqué, on regarde la même couleur tour à tour avec l'un et avec l'autre œil : le rouge pur paraît rose à l'œil reposé, le bleu pur devient bleu ciel, et ainsi de suite; ce qui forme avec l'impression franche qui se produit sur l'autre œil un remarquable contraste.

» A quoi est dû ce changement? A ce qu'il s'est ajouté à l'impression chromatique normale une impression de lumière blanche dans l'œil reposé. Il est facile de reproduire cette double impression sur un œil non reposé à l'aide des mélanges de couleur et de blanc que l'on peut obtenir avec les disques rotatifs dont s'est servi M. Chevreul.

» Cette impression lumineuse surajoutée ne prend pas sa source dans un changement de l'excitation, puisque la couleur présentée est la même pour l'œil actif et pour l'œil reposé; elle doit donc être cherchée dans une modification survenue dans l'appareil visuel lui-même. Or, on sait d'une manière positive qu'il se fait dans la rétine une formation continue de substance rouge photochimique, qui, détruite au fur et à mesure par la lumière dans l'œil en activité, s'accumule au contraire, jusqu'à un certain degré, dans l'obscurité. Le phénomène que nous avons décrit s'interprète donc facilement si l'on admet, comme notre dernière Communication l'avait rendu probable, que la production de la sensation lumineuse simple est liée à la décomposition du rouge de la rétine. De cette façon, en effet, la décoloration de l'excès de substance rouge produit par le repos de la vision vient compliquer d'une sensation de lumière blanche la sensation chromatique ordinaire que nous sommes habitués à lier à la présence de la couleur excitatrice. Quant à la production de la sensation chromatique elle-même, elle reste jusqu'à présent inexpliquée : tout ce qu'on peut dire, c'est qu'elle a lieu d'une façon distincte de la sensation lumineuse.

» Mais, pour revenir à celle-ci, nous avons observé récemment un fait qui montre encore d'une façon très-frappante le parallélisme existant entre la sensibilité lumineuse et la proportion de substance rouge que contient la rétine. Ce fait est facile à constater et se produit d'une façon constante, mais il exige un appareil extrêmement délicat. Nous l'avons observé à l'aide de notre appareil graduateur de la lumière (¹), modifié par l'addition suivante : au lieu de nous servir comme objet d'une lumière ordinaire, nous avons employé une lumière déjà extrêmement affaiblie par l'interposition d'un second graduateur dont nous ouvrions le diaphragme de 1 ou 2 millimètres carrés seulement. C'est par ce moyen que nous avons pu constater une légère différence entre la sensibilité lumineuse du point le plus central de la rétine et celle de l'étendue générale de cette membrane.

» Voici comment on peut l'observer :

» Si l'on augmente très-lentement, suivant notre méthode, l'intensité d'une lumière à partir de zéro, on arrive à produire une clarté très-faible, que l'observateur perçoit *pourvu qu'il ne la regarde pas directement.* Si, à ce moment, l'observateur regarde dans la direction même de cette clarté, il ne la perçoit pas; elle doit, pour être distinguée, devenir un peu plus intense. Le fait est constant, que l'on se serve de lumière blanche ou que l'on emploie différentes lumières colorées, même très-pures. Donc la sensibilité lumineuse est légèrement plus faible pour le centre que pour les autres parties de la rétine. Remarquons seulement combien est peu étendue cette partie moins sensible : pour une distance de 30 centimètres de l'œil à l'objet, elle comprend moins de 1 millimètre carré, ce qui correspond à une surface rétinienne de moins de 5 centièmes de millimètre.

» Or, il résulte de l'ensemble des observations des savants qui ont recherché la présence du rouge rétinien dans l'œil humain, qu'il existe, au centre de la *fovea centralis,* une petite étendue moins riche en cette substance que le reste de la rétine, partout ailleurs, le rouge est régulièrement distribué. On attribue à cette petite partie un diamètre égal à l'épaisseur d'une dizaine de cônes, chacun de ces derniers ayant une largeur de 3 à 4 millièmes de millimètre : cela équivaudrait à un diamètre de 3 à 4 centièmes de millimètre. On voit par là quelle correspondance existe entre les résultats de l'analyse physiologique et ceux de l'anatomie.

» Si l'on rapproche les uns des autres les faits que nous avons exposés dans cette Note et dans la précédente, on sera frappé de l'analogie qu'ils

(¹) Voir notre Communication du 18 février 1878.

présentent : là où nous voyons moins de substance rouge dans la rétine, nous observons une sensibilité lumineuse moindre; chaque fois que le rouge paraît être en excès, nous trouvons cette sensibilité exagérée. De là, que peut-on conclure avec une grande probabilité? Que la sensibilité lumineuse, définie par nous comme la réaction simple et primitive de l'appareil visuel sous l'influence de toutes les excitations lumineuses de nature quelconque, est en rapport avec le degré de l'action photochimique exercée sur le rouge de la rétine par tous les rayons lumineux [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les propriétés physiologiques de la conine.* Note de MM. **Bochefontaine** et **Tiryakian** [2], présentée par M. Vulpian.

« La *conine*, alcaloïde du *Conium maculatum* (grande ciguë), a été isolée, pour la première fois, par Brandes, en 1826. Depuis, elle a été l'objet de recherches expérimentales de la part d'un certain nombre d'auteurs qui ne sont pas d'accord sur la nature et l'intensité de ses propriétés physiologiques.

» Tandis que les uns la regardent comme douée d'une puissance toxique relativement peu considérable, d'autres la signalent comme un poison violent et des plus subtils. Geiger, Boutron-Charlard et O. Henry lui reconnaissent des propriétés convulsivantes; M. Christison, Orfila, M. Gubler la considèrent comme un agent paralysant du système nerveux central; enfin M. Kölliker, M. Guttmann et, plus récemment, MM. Pélissard, Jolyet et Cahours, MM. Martin-Damourette et Pelvet la classent à côté du curare et lui attribuent le pouvoir d'empêcher les nerfs moteurs de conduire aux muscles les excitations motrices.

» En présence de ces conclusions différentes, il devenait intéressant d'étudier de nouveau le mode d'action physiologique de la conine et de ses sels.

» Nos recherches ont été faites sur des batraciens (grenouilles) et sur des mammifères (chiens) avec de la conine provenant directement d'Allemagne, ou fournie par des maisons de commerce de Paris, avec ces mêmes alcaloïdes purifiés ou régénérés du bromhydrate de conine par M. H. Mourrut ou par M. E. Hardy; enfin avec le bromhydrate de conine préparé avec le plus grand soin au laboratoire de M. Vulpian, par M. Mourrut.

(1) Travail du laboratoire d'Ophthalmologie de l'École des Hautes Études.

(2) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

» Ces recherches ont donné des résultats constants au point de vue de l'énergie toxique de la conine et de l'un de ses sels, le bromhydrate de conine. Elles démontrent que ces substances ne sont pas des poisons très-redoutables et que leur activité ne saurait être comparée à celle de l'acide cyanhydrique, ainsi que l'on a cru pouvoir l'affirmer. Pour tuer, au bout de plus de douze heures, un chien du poids de $7^{kg},764$, il a fallu introduire sous la peau de l'animal 65 centigrammes de conine pure. Un animal de la même espèce, pesant 7^{kg}, 500, a été seulement engourdi par 50 centigrammes de cet alcaloïde pur introduits dans l'estomac. Un chien terrier de moyenne taille a reçu dans une veine 30 centigrammes de conine pure, dissoute dans de l'eau alcoolisée et, quelques heures plus tard, les symptômes d'empoisonnement avaient à peu près entièrement disparu.

» La conine est plus active quand elle est introduite dans l'organisme par la voie stomacale que lorsqu'elle est injectée sous la peau. Ce résultat est dû sans doute à la propriété que possède la conine de cautériser le tissu cellulaire avec lequel elle se trouve en contact, et par conséquent d'entraver son pouvoir d'absorption. On comprend qu'il n'en soit pas de même quand elle est ingérée dans l'estomac : elle se mélange alors avec les humeurs contenues dans cet organe et son action locale sur la muqueuse est nulle ou insignifiante; de plus elle est en contact avec une surface d'absorption plus étendue.

» Le chlorhydrate et particulièrement le bromhydrate de conine se sont toujours montrés plus actifs que la conine elle-même.

» On ne saurait accuser le mode de préparation de la conine, ou de ses sels, d'enlever au principe actif du *Conium maculatum* une partie de sa puissance toxique. L'un de nous, en effet, avec M. Mourrut, a donné à un chien 10 grammes de semences de conium pilées. Ce chien a digéré les 10 grammes de graines introduits dans son estomac, sans manifester un seul instant le plus léger symptôme d'intoxication.

» Au point de vue des phénomènes physiologiques déterminés par l'intoxication au moyen de la conine, nos premières expériences ont donné des résultats variables, analogues à ceux de nos devanciers. Or, une substance définie, toujours identique à elle-même, produit des effets identiques quand elle est employée dans des conditions déterminées invariables. Par conséquent, la conine employée pour ces expériences était variable dans sa composition; elle contenait sans doute des principes divers unis dans des proportions variables, de telle sorte que l'action prédominante du mélange était celle de celui de ces principes qui s'y trouvait contenu en quantité plus considérable.

» L'expérience démontre qu'il en est réellement ainsi. M. H. Mourrut a pu séparer de la conine fournie comme pure par les maisons de commerce une matière résinoïde qui possède, comme le curare, la propriété d'empêcher les nerfs moteurs d'agir sur les muscles, ainsi que M. Vulpian nous l'a fait constater. Il existe donc dans le *Conium maculatum* deux principes actifs, au moins, doués de propriétés différentes.

» Les expériences faites avec la conine pure (ou avec le bromhydrate de conine) ont donné des résultats constants qui peuvent se résumer ainsi :

» Le principe actif du *Conium maculatum* n'est pas un poison musculaire ni un poison cardiaque. Il ne paraît pas agir sur les nerfs moteurs plus que sur les nerfs sensitifs.

» La conine porte son action sur les centres nerveux encéphalo-médullaires. Les premiers effets produits par la conine sont de l'affaiblissement général, puis des frémissements convulsifs généraux : ces phénomènes sont suivis d'une période d'augmentation de l'excitabilité réflexe en même temps que les mouvements spontanés sont abolis et que la respiration est accélérée; on constate encore des troubles visuels. Dans une période plus avancée de l'empoisonnement, l'excitabilité réflexe disparaît peu à peu, en même temps que les mouvements respiratoires et le pouls s'affaiblissent; puis survient un collapsus profond qui peut n'être pas suivi de mort. La conine paraît avoir en outre sur la respiration une action perturbatrice qui tient sans doute à son influence sur le centre respiratoire bulbaire.

» Les nombreux essais thérapeutiques faits par l'un de nous (M. Tiryakian) dans divers hôpitaux de Paris confirment ce que l'expérimentation nous a appris sur la faiblesse relative de l'énergie toxique du bromhydrate de conine. »

M. Daremberg adresse une Note « Sur la recherche de l'ozone dans l'air au moyen du papier ozonoscopique. » (Extrait.)

J'ai voulu démontrer que les observations faites avec le papier ioduro-amidonné n'étaient pas comparables entre elles, puisque les causes d'erreur varient selon les lieux d'observation. ..... Je pense avoir prouvé que certains éléments agissent sur le papier ozonoscopique, de façon à empêcher l'impression de se produire; de là provient probablement la faible impressionnabilité du papier au bord de la mer. M. Lévy avait dit au contraire, dans l'*Annuaire de Montsouris pour* 1877, que sur les bords de la mer le papier ioduré se colore très-facilement, tandis qu'il est moins fortement attaqué dans l'intérieur des continents.

» Les décolorations du papier ne sont pas seulement dues aux vents du nord qui ne règnent à Menton que d'une façon absolument exceptionnelle et elles ne sont pas dues aux émanations des villes..... Avant de chercher à établir une concordance entre les chiffres fournis par le papier et ceux qui résultent de la méthode volumétrique, il faudrait prouver que l'arsénite de potasse n'est pas oxydé par toute la série des corps qui influencent le papier et que M. Houzeau a étudiés avec tant de soin.

» On ne peut pas doser l'ozone par le papier, mais on ne peut même pas l'observer par ce procédé, puisque plusieurs corps donnent la même réaction que lui et que d'autres empêchent sa réaction propre de se manifester. »

M. **Tovo** adresse plusieurs documents imprimés et manuscrits relatifs à divers produits et appareils dont il est l'inventeur.

M. **H. Picquet** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire intitulé : « Analyse combinatoire des déterminants ».

M. **Achard** adresse une Note sur « l'embrayage électrique » et sur les applications qu'il en a faites dès 1855.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mai 1878.

Traité des maladies de l'urèthre ; par le Dr H. Picard. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Des moyens pratiques et sûrs de combattre le Phylloxera ; par le Dr Crolas et E. Falières. Paris, G. Masson, 1878. (Renvoi à la Commission.)

Méthode traitant de la construction des cheminées au point de vue hygiénique. Foyer économique, etc. ; par V. Berne. Levallois, imp. Winch, 1877; br. in-8°. (Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; n°s 123 à 136, du 3 au 16 mai 1878. Paris; 13 liv. in-4° autogr.

Note sur l'involution des ordres supérieurs; par M. C. LE PAIGE. Bruxelles, H. Hayez, 1877; br. in-8°.

Note sur l'extension des théories de l'involution et de l'homographie; par M. C. LE PAIGE. Bruxelles, F. Hayez, 1877; br. in-8°.

Sur quelques théorèmes de Géométrie supérieure; par M. C. LE PAIGE. Bruxelles, impr. Hayez, 1878; opuscule in-8°.

Sur quelques propriétés de l'invariant quadratique simultané de deux formes binaires; par M. C. LE PAIGE. Pruxelles, F. Hayez, 1877; br. in-8°.

Recherches sur l'induction unipolaire, l'électricité atmosphérique et l'aurore boréale; par E. EDLUND. Leipzig, Hartmann; Stockholm, Norstedt et Soner, 1874; in-4°.

La Nouvelle Société indo-chinoise fondée par M. le marquis de Croizier, et son ouvrage: l'art Kinner; par le Dr LEGRAND. Paris, E. Leroux, 1878; br. in-8°.

Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; t. XXII. Göttingen, 1877; in-4°.

Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal segretario, anno XXX, sessione VII^{a} del 17 giugno, 1877. Roma, 1877; in-4°.

Reale Accademia dei Lincei. Nuove ricerche sulle caverne ossifere della Liguria. Memoria del prof. A. ISSEL. Roma, Salviucci, 1878; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 MAI 1878.

Exposition universelle à Paris en 1878. France. Notice sur les modèles, cartes et dessins relatifs aux travaux des Ponts et Chaussées réunis par les soins du Ministère des Travaux publics. Paris, Impr. Nationale, 1878; in-8° relié.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris du 10 au 24 mai 1878; n°s 130 à 144. Paris; 15 liv. in-4° autogr.

H. JUS. *Les sondages artésiens de la province de Constantine (Algérie) et les oasis de l'oued Rir'.* Batna, typog. Soldati, 1878; br. in-8°.

Ile de la Réunion. Hospice de la Ravine à Jacques. Traitement de la lèpre; par J. LECLERC. Saint-Denis, typog. Drouhet fils, 1878; br. in-8°.

Le Phylloxera. Comité d'études et de vigilance. Rapports et documents; 5e fascicule, avril 1878. Paris, G. Masson, 1878; in-8°. (Renvoi à la Commission.)

*Sur l'*Anthracotherium hippoideum, *découvert à Armissan (Aude); par* le Dr J.-B. NOULET. Toulouse, impr. Douladoure, 1877; br. in-8°.

Leçons sur les maladies des voies urinaires; par le Dr RELIQUET, 1er fascicule. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Adressé au concours Godard.)

Essai de stasimétrie ou de mesure de la consistance des corps organiques mous (étude de la consistance du corps vitré); par le Dr BITOT. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°.

Iconographie photographique de la Salpêtrière, service de M. Charcot; par BOURNEVILLE et P. REGNARD. Paris, bureaux du *Progrès Médical*, et A. Delahaye, 1877; in-8° relié.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès-sciences naturelles; par M. CH. RICHET. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8°. (Adressé au concours Montyon, Physiologie expérimentale).

Études sur la géographie botanique de l'Italie; par PH. PARLATORE. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°. (Présenté par M. Cosson.)

Sur un cas d'ulcère simple de l'estomac traité avec succès par l'hydrate de chloral; par le Dr C. HERTZKA. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin général de Thérapeutique* adressé au concours Barbier.)

Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Traitement des vignes phylloxérées par le sulfure de carbone. Rapport sur les expériences et sur les applications en grande culture effectuées en 1877. Paris, impr. P. Dupont, 1877; in-4°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Fonctionnement médical et administratif du service des aliénés de la Seine pendant sa période d'installation. Rapport général, avec tableaux statistiques; par le Dr GIRARD DE CAILLEUX, suivi du Rapport de M. F. BARROT. Paris, J.-B. Baillière. Genève et Bâle, 1878; in-4°.

Notiser ur sallskapets pro fauna et flora fennica forhandlingar; t. I à IX. Helsingfors, Sederholms, 1858-1875; 10 vol. in-8°.

Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz, herausgegeben von der geologischen Commission der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft auf Kosten der Eidgenossenschaft; dreizehnte Lieferung. Bern, J. Dalph, 1878; in-4°.

Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz, etc.; Vierzehnte Lieferung; *Geologische Beschreibung des Cantons St-Gallen und seiner Ungebungen enthalten auf Blatt IX des eidg. Atlas mit Benutzung des Nachlasses, von* A. ESCHER und v. ZINTH, bearbeitet von GUTZWILLER, KAUFMANN, C. MOSCH. Berne, J. Dalp, 1877; in-4°.

Seuchenfetigkeit und Constitutionskraft und ihre Beziehung zum spezifischen Gewicht des Lebenden; von Dr G. JAGER. Leipzig, Günther, 1878; in-8°. (Deux exemplaires.)

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1876; 1re et 2e liv. 1877. Königsberg, 1876-1877; 3 liv. in-4°.

Astronomical observations made at the University Observatory Oxford under the direction of C. PRITCHARD; n° 1. Oxford, Clarendon, 1878; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 mai 1878.)

Page 1220, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $(m = 2)$, *lisez* $(m = 3)$.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 Mai 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 21.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 22 (3 Juin 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans les séances des 23 juin 1862 et 24 mai 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMODYNAMIQUE. — *De la détermination des chaleurs spécifiques, à pression constante et à volume constant, d'un corps quelconque et de celle de sa fonction caractéristique* (¹). Note de M. **Phillips**.

« Cherchons quels sont les corps pour lesquels les deux chaleurs spécifiques sont des fonctions de la température seule. Il résulte de ce qui précède qu'on obtiendra la loi cherchée au moyen de la formule (21), en déterminant $\chi(p)$ et $\chi_1(p)$ par la condition que l'on ait

$$\frac{d^2 T}{dp^2} = 0;$$

d'où résultent

$$\chi''(p) = 0 \quad \text{et} \quad \chi''_1(p) = 0.$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 1288.

Par suite

$$\chi(p) = Cp + C' \quad \text{et} \quad \chi_1(p) = C_1 p + C'_1,$$

C, C', C_1 et C'_1 étant quatre constantes quelconques.

» La loi cherchée est donc représentée par la formule

$$(40) \qquad T = Cpv + C'v + C_1 p + C'_1,$$

qui comprend, comme cas particulier, celle des gaz permanents.

DEUXIÈME PARTIE. — DÉTERMINATION DE LA FONCTION CARACTÉRISTIQUE D'UN CORPS QUELCONQUE.

» M. Massieu a fait connaître, dans un Mémoire inséré dans le t. XXII du *Recueil des Savants étrangers*, une fonction spéciale à chaque corps, qu'il a appelée *fonction caractéristique* et qui jouit de cette propriété importante, qu'en la supposant connue, toutes les fonctions de la Thermodynamique s'en déduisent immédiatement ou à l'aide de simples différentiations. Nous nous proposons dans ce qui suit de calculer la fonction caractéristique d'un corps quelconque en supposant l'une ou l'autre de ses deux chaleurs spécifiques, à pression constante et à volume constant, déterminée au moyen des considérations précédentes (¹).

» Conservons les notations employées dans la première partie de ce travail et nommons en outre t la température en degrés centigrades; Z, U et H l'entropie, la chaleur interne et la fonction caractéristique du corps, rapportées à l'unité de poids et, par convention, supposées nulles, en vue de la détermination des constantes, pour un certain état initial arbitraire, répondant aux valeurs p_0, v_0, t_0 de p, v et t.

» Prenons pour variables indépendantes p et t. Alors l'équation (1) de la première partie de ce travail est remplacée par cette autre équivalente

$$(41) \qquad v = f(t, p).$$

Nous supposons la fonction f connue.

» On a, par définition,

$$(42) \qquad H = TZ - U;$$

(¹) M. Massieu a indiqué dans son Mémoire un procédé, différent de celui développé ici, pour déterminer la fonction caractéristique, quand on connaît la chaleur spécifique à pression constante ainsi que la relation qui existe entre p, v et t.

d'après le Mémoire de M. Massieu, on a

$$(43) \qquad \frac{dH}{dp} = -Af,$$

$$(44) \qquad \frac{dH}{dt} = Z$$

et

$$(45) \qquad \frac{d^2H}{dt^2} = \frac{c}{T},$$

où, en vertu de ce qui précède, la chaleur spécifique c à pression constante est une fonction connue de p et de t.

» En intégrant (43), on a

$$(46) \qquad H = -A\int f\,dp + \Psi(t).$$

» L'intégrale du second membre est une fonction connue de t et de p, et $\Psi(t)$ est une fonction de la température seule, la même pour un même corps, et qu'il s'agit maintenant de déterminer.

» A cet effet, substituons la valeur (46) de H dans (45), et nous avons

$$(47) \qquad \Psi''(t) = \frac{c}{T} + A\int \frac{d^2 f}{dt^2}\,dp.$$

» Le second membre de cette équation est nécessairement une fonction de la seule variable t, que l'on peut du reste déterminer comme il suit, au moyen de ce qui précède.

» En observant que maintenant les variables indépendantes sont t et p, tandis que dans la première partie de ce travail les variables indépendantes étaient p et v, on a

$$\frac{d^2 f}{dt^2} = -\frac{\dfrac{d^2 F}{dv^2}}{\left(\dfrac{dF}{dv}\right)^3}.$$

» Substituant dans (47), il vient

$$(48) \qquad \Psi''(t) = \frac{c}{T} - A\int \frac{\dfrac{d^2F}{dv^2}}{\left(\dfrac{dF}{dv}\right)^3}\,dp.$$

» Or, en remplaçant, dans (13), f (p, v) par sa valeur (9), puis F par T, on a

$$(49)\qquad c = \Phi(T) + AT \int \frac{\frac{d^2F}{dv^2}}{\left(\frac{dF}{dv}\right)^3} dp.$$

» Enfin, substituant la valeur (49) de c dans (48), il vient

$$(50)\qquad \Psi''(t) = \frac{\Phi(T)}{T}.$$

» On conclut de là

$$(51)\qquad \Psi'(t) = \int \frac{\Phi(T)\,dt}{T} + C$$

et

$$(52)\qquad \Psi(t) = \int dt \int \frac{\Phi(T)\,dt}{T} + Ct + C',$$

C et C′ étant deux constantes.

» On a donc, en résumé, d'après (46),

$$(53)\qquad H = -A\int f\,dp + \int dt \int \frac{\Phi(T)\,dt}{T} + Ct + C'.$$

» En raison de (44), la valeur de l'entropie est

$$(54)\qquad Z = -A\int \frac{df}{dt}\,dp + \int \frac{\Phi(T)\,dt}{T} + C.$$

» Les constantes C et C′ se déterminent en exprimant que, pour l'état initial (p_0, v_0, t_0) les valeurs de H et de Z sont nulles.

» Nous venons de calculer la fonction caractéristique au moyen de la fonction $\Phi(T)$ qui se rapporte à la chaleur spécifique c à pression constante. On peut de même y parvenir au moyen de la fonction $\Phi_1(T)$ qui se rapporte à la chaleur spécifique c_1 à volume constant et cela de la manière suivante :

» Prenons t et v pour variables indépendantes. Alors l'équation (1) est

remplacée par cette autre équivalente

$$(55) \qquad p = f(t, v),$$

la fonction f étant supposée connue.

» On a, d'après le Mémoire de M. Massieu,

$$(56) \qquad \frac{dH}{dv} = Af,$$

$$(57) \qquad \frac{dH}{dt} = Z,$$

et

$$(58) \qquad \frac{d^2H}{dt^2} = \frac{c_1}{T},$$

où, en vertu de ce qui précède, c_1 est une fonction connue de v et de t.

» En intégrant (56), il vient

$$(59) \qquad H = A\int f\,dv + \Psi_1(t).$$

» L'intégrale du second membre est une fonction connue de t et de v, et $\Psi_1(t)$ est une fonction de la température seule, la même pour un même corps, et qu'il s'agit maintenant de déterminer.

» Or, en substituant la valeur (59) de H dans (58), il vient

$$(60) \qquad \Psi''_1(t) = \frac{c_1}{T} - A\int \frac{d^2f}{dt^2}\,dv.$$

» Le second membre de cette équation est nécessairement une fonction de la seule variable t, que nous allons encore déterminer de la manière suivante :

» En observant que, maintenant, les variables indépendantes sont t et v, tandis que dans la première partie de ce travail les variables indépendantes étaient p et v, on a

$$\frac{d^2f}{dt^2} = -\frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^3}.$$

» Substituant dans (60), il vient

(61) $$\Psi''_1(t) = \frac{c_1}{T} + A \int \frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)^3} dv.$$

» Or, en remplaçant, dans (33), $f_1(p, v)$ par sa valeur (29), puis F par T, on a

(62) $$c_1 = \Phi_1(T) - AT \int \frac{\frac{d^2F}{dp^2}}{\left(\frac{dF}{dp}\right)} dv.$$

» Enfin, substituant la valeur (62) de c_1 dans (61), il vient

(63) $$\Psi''_1(t) = \frac{\Phi_1(T)}{T}.$$

» On conclut de là

(64) $$\Psi'_1(t) = \int \frac{\Phi_1(T)\,dt}{T} + C$$

et

(65) $$\Psi_1(t) = \int dt \int \frac{\Phi_1(T)\,dt}{T} + Ct + C',$$

C et C′ étant deux constantes.

» On a donc, en résumé, d'après (59),

(66) $$H = A \int f\,dv + \int dt \int \frac{\Phi_1(T)\,dt}{T} + Ct + C'.$$

En raison de (57), la valeur de l'entropie est

(67) $$Z = A \int \frac{df}{dt} dv + \int \frac{\Phi_1(T)\,dt}{T} + C.$$

» Les constantes C et C′ se déterminent en exprimant que, pour l'état initial (p_0, v_0, t_0), les valeurs de H et de Z sont nulles. »

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Détermination directe en mer de l'azimut de la route d'un navire.* Note de M. FAYE.

« J'ai présenté il y a bien longtemps à l'Académie une suggestion relative aux boussoles de nos vaisseaux dont les indications sont si profondément viciées par l'énorme quantité de fer qu'on y met aujourd'hui. Il s'agissait d'enregistrer de loin les indications d'une boussole flottante en mer sur un bateau particulier, assez semblable au bateau de loch, et remorquée par le navire hors de l'influence magnétique de celui-ci. La même idée s'est présentée à l'esprit d'un inventeur de premier ordre, M. Hughes, mais j'ignore s'il a réussi à la rendre praticable. En revenant à ce sujet, j'ai conçu une tout autre manière de résoudre le problème.

» La boussole, lorsqu'elle est uniquement soumise à l'action du globe terrestre, donne à la fois l'origine de nos azimuts (sauf la déclinaison) et le moyen de mesurer des angles horizontaux. Mais, placée sous une influence étrangère, elle ne donne plus de direction déterminée sur la rose des vents et ne peut même plus servir à mesurer des angles. On a cherché à conserver à la boussole ces précieuses qualités, soit en compensant les influences perturbatrices par des aimants ou des masses de fer doux convenablement disposées près de l'aiguille, soit, ce qui vaut beaucoup mieux, en corrigeant les indications fautives par les formules de Poisson où figurent des constantes empruntées à l'observation. Mais, quand le navire change de climat magnétique, ou même quand on y déplace des masses de fer, ne fût-ce que d'allonger le tube de fer de la cheminée [1], les appareils compensateurs doivent être changés, ou bien, si l'on se sert de formules de correction, les constantes doivent recevoir de nouvelles valeurs.

» J'ai pensé que, si la boussole devient ainsi incapable de donner, d'elle-même, une orientation quelconque et de mesurer des angles, il lui reste pourtant une dernière propriété utilisable, celle de maintenir le navire dans une direction constante pendant quelque temps, à la condition que cette direction

---

[1] Par exemple, le navire anglais *le Blenheim*, ayant le cap à l'est, a 9 degrés de déviation quand sa cheminée est allongée, et 15° 45′ quand elle est rentrée. Pour un autre navire, *le Vulcain*, qui est en fer, les résultats sont inverses; par conséquent, lorsqu'on fait tourner des navires pourvus de semblables cheminées, et quand celles-ci sont à moins de 9 à 10 mètres du compas, il est nécessaire, au moins pour les huit directions principales de la rose, de faire noter les résultats qu'on obtient avec l'une et l'autre position de la cheminée (*Manuel de l'Amirauté*, etc., traduit par A. Collet).

ait été déterminée par des moyens totalement indépendants du magnétisme.

» Quand on jette le loch au bord, si, après avoir mesuré la vitesse, on fixe l'extrémité de la ligne, la direction de la route est nettement accusée par la ligne de loch. Cet azimut peut être déterminé astronomiquement. On n'a en effet qu'à mesurer au cercle de réflexion ou au sextant l'angle compris entre le soleil et le sommet de la planchette qui émerge au-dessus de l'eau, à 300 mètres de distance, et à noter l'heure de l'observation. Le calcul fait connaître à cet instant la distance zénithale du soleil; quant à celle du sommet du loch, elle est de $90^{\circ} + \frac{H-h}{300} \times 3438'$, H et h étant respectivement les hauteurs de l'œil et du loch au-dessus de la mer. Le calcul fait en outre connaître l'azimut absolu du soleil. En ajoutant à cet azimut l'angle au sextant réduit à l'horizon, on obtient, à 180 degrés près, par des calculs familiers aux navigateurs, celui du point vers lequel marche le navire.

» Si cet azimut est convenable, le compas du timonier sert à y maintenir le navire. S'il doit être changé d'un angle quelconque, on pointera dans la nouvelle direction l'alidade du petit cercle en cuivre qui se trouve fixé à l'arrière sur le plat bord du couronnement; puis, en laissant filer la corde de loch, celui-ci deviendra momentanément un point de repère et l'on manœuvrera de façon à laisser arriver ce repère dans la direction de l'alidade. Quelque point de la rose des vents que marque alors la boussole de l'habitacle, ce sera sur ce point qu'il faudra maintenir le cap tant qu'on voudra garder la nouvelle direction.

» La seule modification à faire aux appareils en usage porte sur la manière de mâter le bateau de loch. Des deux cordelettes inférieures qui portent la cheville, l'une doit être nouée à la ligne, l'autre doit seule porter la cheville. Par une secousse, lorsque le bateau de loch doit être remorqué pour donner la direction, la chevillette se dégage et le loch est traîné par la tranche tout en restant vertical.

» La nuit même, l'opération astronomique peut s'exécuter, car il suffit de rendre visible le sommet de la planchette verticale du loch en y attachant une petite lanterne, sauf dans les cas de grosse mer. On n'aura qu'à laisser couler doucement le bateau de loch, au lieu de le jeter brusquement à l'eau.

» Si le temps reste couvert pendant de longues journées, on est bien forcé de restituer en partie au compas de route son rôle ordinaire, mais le procédé que je viens d'exposer permet de faire rapidement, dans une région donnée, à la première éclaircie, une table de déviations absolues qu'on interpolera par la formule empirique habituelle, et à laquelle on

ajoutera successivement les variations passablement connues de la déclinaison, en modifiant au besoin une des constantes, jusqu'au moment où il sera possible de reprendre la mesure directe de l'azimut de la route.

» Je serais heureux qu'un de nos savants navigateurs voulût bien mettre à l'essai ces procédés, qui n'exigent aucune modification dans les appareils dont on fait un usage journalier et doivent, à mon sens, remplacer les compas de relèvement et les compas étalons. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Nouvelles recherches sur les Mammifères fossiles propres à l'Amérique méridionale;* par M. P. **Gervais**.

« L'étude des Mammifères dont les restes sont enfouis dans les terrains supérieurs de l'Amérique méridionale, dits *terrains pampéens*, ainsi que dans les cavernes de cette vaste région du globe, a acquis un nouveau degré d'intérêt depuis que les naturalistes des États-Unis, plus particulièrement MM. Leidy, Cope et Marsh, ont fait connaître les espèces également éteintes, pour la plupart, qui ont peuplé les parties septentrionales du même continent, soit pendant la période pléistocène, soit aux époques tertiaires qui répondent au miocène et à l'éocène européens. La comparaison de ces différentes faunes est appelée à jeter une vive lumière sur plusieurs des grandes questions qui préoccupent les géologues et les anatomistes; elle conduit en effet à cette conclusion inattendue, que l'ancienne population animale de l'Amérique du Sud possédait la physionomie spéciale que la faune actuelle du même pays a conservée et qu'elle se distinguait surtout par l'abondance des Édentés tardigrades et dasypodes, tandis que celle du Nord a ressemblé davantage, sous le même rapport, à celle de l'Europe, et cela aussi bien pendant le pliocène qu'aux âges antérieurs. Les Toxodons et les Nésodons, dont M. Owen a donné la première description, le Macrauchénia, le Typothérium et quelques autres genres ajoutent encore à cette singularité et justifient l'empressement avec lequel on a rassemblé, dans les principaux musées, les débris de toutes ces espèces actuellement disparues.

» Les premiers fossiles sud-américains que nos collections aient possédés ont été rapportés par Dombey, qui les avait recueillis au Pérou : ils appartiennent au genre Mastodonte ; Cuvier en a donné la description, ainsi que celle du Mégathérium, dont on possède depuis longtemps un squelette à Madrid. De Blainville a reçu de nouvelles espèces non moins curieuses que celles-là, et plus récemment de belles séries d'objets analogues ont été réu-

nies, principalement par MM. Weddel et Seguin, qui les ont découverts, le premier en Bolivie, le second dans la République Argentine.

» Il y a des gisements semblables depuis la région du Mississipi jusqu'au Chili et au Rio-Negro, qui coule au sud de la Plata; mais tous ne sont pas également riches. Ainsi nous ne connaissons encore au Chili que le Mastodonte et la forme de chevaux à laquelle on a donné le nom générique d'Hippidions. La province des Mines, au Brésil, et certains points de la République Argentine sont au contraire très-productifs sous le même rapport.

» De nouvelles collections provenant de ces dernières localités viennent d'être apportées à Paris par MM. Ameghino (¹), Brachet et Larroque, qui ont bien voulu m'autoriser à les étudier, ce qui me permettra d'ajouter des faits intéressants à ceux que l'examen des fossiles du même ordre déposés au Muséum a déjà fournis ou peut fournir encore. Je réunis les résultats de ces nouvelles recherches dans un Mémoire accompagné de planches qui est le quatrième de ceux auxquels m'a conduit l'examen des Mammifères éteints spéciaux à l'Amérique méridionale (²).

» Quelques citations permettront de juger de l'importance des matériaux dont j'ai pu disposer.

» En ce qui concerne le Toxodon, j'ajoute des détails nouveaux à ceux que l'on possédait au sujet de ce gigantesque Mammifère, dont les affinités avec les Porcins paraissent désormais hors de doute. Ses mœurs devaient être analogues à celles des Hippopotames, mais la singularité de ses caractères, qui ne sont cependant pas étrangers à ceux qui distinguent les grands Pachydermes de l'ancien monde, auxquels il vient d'être fait allusion, doivent lui faire supporter des alliés plus intimes, restés inconnus jusqu'à ce jour.

» Les Jumentés n'ont d'autres représentants bien constatés parmi les

(¹) M. Ameghino a joint aux pièces qui lui appartiennent un nombre considérable d'objets travaillés par l'homme, les uns en os, les autres en pierre, provenant des premiers habitants du territoire Argentin. Certaines de ces pièces lui paraissent remonter à l'époque des grands Mammifères, et il donne ainsi une preuve nouvelle de la coexistence, déjà admise par plusieurs auteurs, de l'homme et des animaux anéantis.

(²) *Recherches sur les Mammifères fossiles de l'Amérique méridionale* (*in* CASTELNAU, *Expéd. dans les parties centrales de l'Amérique du Sud*). — Le second Mémoire sur le même sujet contient en particulier la description du Typotherium (*Zool. et Pal. gén.*, t. I, p. 129 à 147). — *Mémoire sur plusieurs espèces fossiles de l'Amérique méridionale* (*Soc. géol.*, 1873).

fossiles de la région de la Plata que les chevaux dont il a été question plus haut sous le nom d'*Hippidions*. On n'a encore trouvé avec eux aucun débris de Tapirs, mais un fragment de symphyse mandibulaire, portant encore la trace de deux canines entre lesquelles étaient implantées deux incisives, paraît indiquer un animal comparable aux Rhinocéros, du moins par le point de sa formule dentaire que nous mentionnons.

» Des détails nouveaux sont donnés au sujet d'un grand Machairodus, semblable, par ses dimensions et par le grand développement de ses canines supérieures, au *Machairodus neogœus* du Brésil (le *Felis Smilodon*, Blainv.). Ce Carnivore paraît toutefois avoir constitué une espèce à part, si l'on en juge par quelques différences de la forme de son crâne et par le nombre de ses molaires inférieures, qui n'était que de deux au lieu de trois. On pourrait l'appeler *Machairodus necator*. M. Larroque en possède un squelette presque entier.

» Les caractères du *Lestodon armatus* seront établis d'une manière plus complète que je n'avais pu le faire précédemment, et le membre antérieur du même Édenté est décrit dans presque toutes les pièces qui le constituaient.

» D'autres observations concernent les Mylodons et les Scélidothériums.

» En outre, une comparaison plus complète des carapaces provenant de diverses espèces de la division des Glyptodontes, ainsi que celle de certaines autres parties du squelette de ces animaux, confirme leur séparation en plusieurs genres, séparation déjà proposée par M. Burmeister, et elle permet de distinguer plus sûrement entre elles ces espèces, dont le nombre dépassait certainement une dizaine.

» Un des Glyptodontes rapportés par M. Seguin n'avait pas encore été décrit. Ses plaques osseuses sont quadrangulaires, rudes à leur face externe, mais sans tubercules en forme de rosaces et sans rayons. Les anneaux de son étui caudal sont formés de pièces séparées les unes des autres, et dont les guillochures rappellent la disposition propre aux pièces dorsales. Ce Glyptodonte, dont nous possédons aussi l'armature céphalique, devra sans doute constituer un genre à part. Il a été découvert dans la province de Santa-Fé. Je lui donnerai le nom de *Glyptodon rudis*.

» Une autre espèce, également inédite, est plus voisine des Hoplophores, mais elle diffère de celles connues dans ce genre par ses plaques, qui sont formées d'un disque central de figure polygonale à angles très-émoussés et portant sur les côtés des plaquettes en arc de cercle lisses, comme l'est lui-même le disque central. Cet Hoplophore, dont nous n'avons

vu qu'un fragment très-peu considérable, appartient à la collection de M. Ameghino. Ce sera l'*Hoplophorus discifer*.

» Une révision générale des Mammifères fossiles de l'Amérique méridionale et la comparaison de leurs espèces avec celles connues dans les parties septentrionales du nouveau continent complètent ce Mémoire. »

GÉOLOGIE. — *Sur la craie des Pyrénées centrales.* Note de M. A. Leymerie.

« Jusqu'à l'année 1850, on se demandait si la craie proprement dite existait dans nos montagnes, et MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont n'y voyaient, pour la représenter, que le terrain à nummulites. Cependant, dès 1846, j'avais prouvé que le terrain nummulitique de l'Aude devait appartenir à la formation tertiaire. C'était donc au-dessous qu'il fallait chercher le véritable représentant de la craie ; je le découvris au fond de deux petites vallées, aux confins des départements de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées, aux environs de Gensac et de Mauléon. Là se trouvent des gîtes fossilifères très-riches.

» Une étude géologique et paléontologique plus complète de cet étage crayeux, qui paraîtra bientôt dans un grand ouvrage en voie de publication, m'a fait voir qu'il n'était pas susceptible d'être divisé, comme la craie du bassin de Paris, en assises distinctes caractérisées par des fossiles spéciaux. On y trouve, avec de nombreuses espèces de la craie blanche ordinaire, un certain nombre de types réputés turoniens. Mais ce qui domine vers la partie supérieure de l'étage, c'est la faune de Maëstricht.

» Quant à l'étage turonien, qui a fourni à notre craie générale un certain nombre d'espèces, elle se détache peu dans nos Pyrénées centrales.

» La craie, notamment la craie de Maëstricht, ayant été reconnue dans nos petites montagnes, il semblait qu'il ne devait plus y avoir au-dessus que le terrain nummulitique représentant l'éocène parisien. Cependant, en remontant la série des terrains, j'avais rencontré, notamment dans la montagne d'Ausseing, avant d'arriver au vrai terrain à nummulites, un étage puissant de 300 à 400 mètres, où je ne reconnaissais ni les caractères de la craie ordinaire, ni ceux du nummulitique, et qui se terminait par une couche renfermant des oursins évidemment crétacés. Plus tard, je trouvai à la base du même étage, particulièrement au village d'Auzas, une faune toute nouvelle, n'ayant rien de commun avec la craie de Maëstricht, sur

laquelle elle reposait, et qui contenait une nouvelle espèce de radiolite. Ce terrain intermédiaire ne pouvait être assimilé à aucun étage connu ; je me décidai à en faire un type crayeux particulier, que j'appelai *garumnien*.

» Depuis lors, ce terrain a acquis de l'importance par son prolongement avec un faciès lacustre dans l'Aude, dans le Gard et en Provence, où MM. Mathron et Coquand l'ont parallélisé avec des assises lacustres qui se trouvent au même niveau géologique.

» Enfin, je retrouvai cet étage dans la vallée de la Sègre, en 1868; et M. *Mariano-Vidal* a établi l'existence et l'importance de ce nouveau type en Catalogne, sur le revers sud de notre chaîne.

» La craie proprement dite se trouve donc enrichie, dans le midi de la France et sur le revers sud des Pyrénées ([1]), d'un nouvel étage tout à fait supérieur, qui ne paraît pas avoir de représentant dans le Nord, à moins qu'on ne l'assimile synchroniquement à la craie de Faxoë et à quelques autres gîtes, dont d'Orbigny a fait son *danien*.

» Le gîte de la Haute-Garonne se distingue de tous les autres par cette curieuse particularité : qu'il y est terminé par une assise qui, placée immédiatement sous les premières couches éocènes, constamment représentées dans la région par le calcaire à milliolites, contient une faune marine toute spéciale et entièrement différente de celle de l'assise inférieure, où l'on trouve, non sans étonnement, d'assez nombreux oursins, qui ont été reconnus comme appartenant à des espèces de la craie.

» Il faut bien remarquer que cette faune supérieure n'existe que dans la Haute-Garonne et dans les parties voisines de l'Ariége. Elle est locale et accidentelle et ne peut être regardée que comme une *colonie*, formée par la réunion d'oursins d'une craie plus ancienne. La véritable faune garumnienne consiste uniquement dans celle qui gît à la base de l'étage, c'est-à-dire dans la faune d'Auzas et de Catalogne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *Becquerel*.

([1]) Il existe aussi en plusieurs points du centre de l'Espagne.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Cornu obtient	37	suffrages.
M. Mascart..............	11	»
M. Le Roux..............	6	»
M. Quet.................	2	»

M. Cornu, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport de la Commission chargée d'examiner le compteur différentiel de M. Valessie, destiné à régulariser la marche des machines à vapeur.*

(Commissaires : MM. l'amiral Pâris, Yvon Villarceau, Mouchez, Dupuy de Lôme rapporteur.)

« Il n'est pas sans quelque intérêt, même pour un navire à vapeur qui navigue isolément, de maintenir régulièrement la vitesse qu'il s'est proposé de réaliser; mais, pour le navire isolé, quelques petites variations dans cette vitesse n'ont pas une importance capitale. Il n'en est point ainsi lorsqu'il s'agit d'une escadre de bâtiments à vapeur qui, naviguant ensemble, ont alors le besoin impérieux de conserver leurs positions et leurs distances respectives. Lorsque l'amiral a prescrit un ordre et une vitesse de marche, il est évidemment nécessaire, pour chacun des navires composant l'escadre, de s'y conformer de la façon la plus rigoureuse, sous peine de produire bientôt le désordre dans l'armée et d'y faire naître immédiatement le danger de ces collisions entre navires dont les conséquences désastreuses n'ont que trop souvent déjà fait de bien nombreuses victimes.

» M. Valessie, capitaine de frégate, s'est occupé depuis l'année 1867 de construire un instrument capable d'indiquer à chaque instant, et avec une précision absolue, la vitesse d'une machine marine, de permettre au mécanicien de faire varier cette vitesse pour l'établir, en quelques secondes et sans tâtonnements, à une nouvelle allure commandée, tant que cette allure ne dépasse pas la limite de la puissance que l'état du chauffage des chaudières permet d'obtenir.

» Divers appareils avaient déjà été étudiés pour obtenir des résultats analogues; quelques-uns ont mérité de justes éloges à leurs auteurs : nous n'avons pas à les examiner ici; mais ce que nous constatons, c'est que l'appareil imaginé par M. Valessie est établi sur un principe nouveau des plus ingénieux, et qu'à la suite de perfectionnements successifs depuis l'apparition de son premier spécimen, M. Valessie est arrivé à le rendre d'un emploi des plus pratiques et des plus commodes.

» Voici l'exposé du principe sur lequel cet instrument est fondé. M. Valessie prend une montre dont l'aiguille des secondes, centrée sur l'axe principal, fait en conséquence en une minute le tour du grand cadran, pendant que, sur un petit cadran excentré une autre aiguille marque les minutes; cette montre est encastrée et centrée sur un plateau tournant actionné par un axe moteur qui est mis en relation avec un des mouvements tournants de la machine. Cet axe moteur de l'instrument fait le même nombre de tours que la machine; mais entre lui et le plateau tournant porte-montre, il y a, dans l'intérieur d'une boîte rectangulaire oblongue, qui contient tout le mouvement de l'appareil, une série de neuf petits axes intermédiaires tous parallèles (et verticaux quand la boîte de l'instrument est fixée comme cela convient, de manière à placer horizontalement le plateau porte-montre). Ces neuf petits axes sont commandés les uns par les autres au moyen de roues dentées de diamètres différents, les unes folles, les autres fixes sur leurs axes. Chacun de ces axes porte un manchon d'embrayage qu'on fait mouvoir à volonté de l'extérieur de la boîte, ce qui sert à changer le rapport du nombre de tours entre les deux axes voisins. Le cadran de la montre est visible par une ouverture circulaire pratiquée dans la paroi de la boîte, et cette ouverture centrée également avec la montre est munie d'un limbe mobile à frottement doux, portant un index.

» Ajoutons encore que, quand la machine marche en avant, le plateau porte-montre fait tourner celle-ci sur elle-même en sens inverse du mouvement de son aiguille des secondes.

» Quand toutes les touches des embrayages sont abaissées, l'axe moteur de l'instrument et, par conséquent, la machine elle-même font un nombre de tours déterminé pour un tour du plateau porte-montre.

» Ce nombre de tours de la machine pour un tour de la montre est de 11 dans l'instrument présenté à l'Académie par M. Valessie.

» Or l'aiguille des secondes de la montre fait un tour par minute sur le grand cadran. Si donc la machine fait 11 tours par minute, la montre

tournera sur elle-même en sens inverse du mouvement de son aiguille, à raison de un tour par minute, et l'aiguille restera dirigée sans cesse vers l'index porté par la boîte fixe de l'instrument. Si la machine marche à plus de 11 tours par minute, l'aiguille des secondes de la montre va reculer par rapport à l'index. Si au contraire l'allure de la machine est inférieure à 11 tours, immédiatement l'aiguille des secondes va avancer par rapport à l'index.

» Ajoutons que cette avance ou ce retard de l'aiguille de la montre par rapport à l'index indique non-seulement que le navire est en arrière ou en avant du poste qu'il devait conserver, mais le nombre des secondes de retard ou d'avance de l'aiguille de la montre par rapport à l'index indique (sinon avec une rigueur mathématique, du moins d'une façon très-suffisante pour la pratique) de combien de secondes de marche, à l'allure commandée, le navire est en retard ou en avance; de sorte qu'il suffit au mécanicien d'accélérer momentanément ou de retarder l'allure de sa machine de façon à ramener l'aiguille des secondes vis-à-vis l'index pour que, par cela même, le navire ait repris son poste et qu'à partir de ce moment il n'y ait plus qu'à maintenir la fixité de l'aiguille des secondes vis-à-vis de l'index.

» Pour que l'instrument ait toute l'application voulue, il faut évidemment que ce que nous venons de dire pour l'allure de 11 tours de la machine puisse se pratiquer pour toute autre allure commandée.

» C'est à cet effet que l'instrument a été muni des engrenages à multiplications variables de vitesse, dont nous avons parlé. Pour que le mécanicien puisse faire varier le nombre de tours entre 11 et 80 par exemple, en passant par toutes les allures intermédiaires ne différant entre elles que de minimes fractions de tour, et qu'en même temps il n'ait pas à hésiter ni à tâtonner sur l'emploi de tels ou tels embrayages modifiant le rapport des vitesses entre l'axe moteur uni à la machine et le plateau porte-montre, il y avait évidemment à résoudre un problème d'engrenages et de mode d'indication qui ne laissait pas que de présenter des difficultés.

» M. Valessie les a surmontées de la façon la plus ingénieuse. Voici comment il a combiné son instrument à cet effet :

» Chacun des neuf systèmes d'engrenages intermédiaires multiplie le nombre de tours de la machine par rapport à celui du plateau porte-montre par un des neuf termes d'une série

$$(1+d)^1\ (1+d)^2\ (1+d)^4\ (1+d)^8\ (1+d)^{16} \ldots (1+d)^{256};$$

et, en combinant de toutes les façons possibles les neuf facteurs de cette série, on obtient 512 combinaisons différentes.

» M. Valessie a adopté, pour la valeur de d, un nombre tel, que le terme $(1+d)^8$ soit égal à $\frac{31}{30}$, ce qui fait que la série précitée devient

$$\left(\frac{31}{30}\right)^{\frac{1}{8}}\left(\frac{31}{30}\right)^{\frac{1}{4}}\left(\frac{31}{30}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{31}{30}\right)^{1}\left(\frac{31}{30}\right)^{2}\left(\frac{31}{30}\right)^{4}\left(\frac{31}{30}\right)^{8}\left(\frac{31}{30}\right)^{16}\left(\frac{31}{30}\right)^{32}.$$

» Un tableau, calculé à l'avance et placé en évidence dans la machine, à côté de l'instrument, met en regard des 512 combinaisons qu'on peut obtenir par l'emploi combiné de ces neuf facteurs le nombre de tours correspondant de la machine pour un tour de la montre, et ces nombres de tours ne diffèrent de l'un à l'autre, pour deux combinaisons successives, que de $\frac{1}{10}$ de tour pour une allure de 24 tours; de $\frac{2}{10}$ pour une allure de 48 tours; enfin de $\frac{3}{10}$ de tour pour une allure de 72 tours.

» Dans ce même tableau sont inscrits, vis-à-vis du nombre de tours de la machine correspondant à 1 tour de la montre, les exposants des termes de la série précitée qu'il faut mettre en jeu simultanément, de sorte que, chaque touche des neuf embrayages portant l'indication de l'exposant du facteur, le mécanicien n'a de suite qu'à embrayer les numéros indiqués dans le tableau pour obtenir la relation voulue entre les nombres de tours.

» Il suffit même que le tableau porte la somme des exposants des facteurs à mettre en jeu, pour que le mécanicien puisse en conclure immédiatement quelles sont les touches des embrayages à faire agir pour obtenir cette somme d'exposants indiquée. On remarquera encore que tous les exposants des termes de la série précitée sont des multiples entiers du nombre 8. Le numéro indicateur des touches et le nombre du tableau correspondant à tel ou tel nombre de tours de la machine peuvent donc être exprimés en nombres entiers de $\frac{1}{8}$, ce qui facilite encore l'opération du mécanicien.

» Cette ingénieuse combinaison des nombres, jointe à l'idée de la *montre tournante*, qui forme le principe fondamental de l'instrument, constitue un mérite incontestable à l'œuvre de M. Valessie.

» Les conséquences pratiques de cet ensemble n'ont pas tardé à le faire apprécier; aussi, dès maintenant, le compteur différentiel de M. Valessie est appliqué à vingt navires de notre marine militaire, au nombre desquels figurent tous ceux qui ont été appelés à naviguer en escadre.

» Votre Commission propose à l'Académie de se joindre à elle pour remercier M. le capitaine de frégate Valessie de son importante Communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation directe de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux, de l'anhydride phtalique sur la benzine; synthèse de l'acide benzoïque, de l'hydrure de sulfophényle et de l'acide benzoylbenzoïque;* par MM. C. Friedel et J.-M. Crafts.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Dans une récente Communication, nous avons montré que la benzine, mise en présence du chlorure d'aluminium anhydre, devient capable de fixer directement l'oxygène en donnant du phénol, et qu'elle réagit également sur le soufre en poudre en fournissant du sulfhydrate et du sulfure de phényle et du disulfure de diphénylène. Nous avons trouvé dans ces faits, analogues à ceux qui sont connus pour le zinc-éthyle et pour l'aluminium-éthyle, une confirmation de l'hypothèse que nous avons émise pour expliquer l'action du chlorure d'aluminium dans la série de réactions que nous étudions depuis quelque temps.

» Les nouvelles synthèses que nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie ont le même caractère; elles ont, comme les précédentes, leurs analogues dans les réactions du sodium-éthyle et du zinc-méthyle, et ne nous sembleraient guère pouvoir se comprendre, si l'on n'admettait pas la formation d'une combinaison organo-métallique de l'aluminium, par la réaction du chlorure de ce métal sur les hydrocarbures.

» Lorsqu'on fait passer un courant d'acide carbonique, séché par son passage à travers des tubes à ponce sulfurique et à anhydride phosphorique, dans de la benzine mélangée de chlorure d'aluminium et maintenue à une température voisine de son point d'ébullition, on voit une petite quantité d'acide chlorhydrique se dégager. Après un temps assez long, pouvant aller à plusieurs jours, on arrête l'opération et l'on traite le mélange par l'eau. On décante la couche supérieure, et, après avoir filtré la couche aqueuse à travers un filtre mouillé, pour lui enlever les gouttelettes huileuses qu'elle pourrait encore renfermer, on y ajoute une petite quantité

d'acide sulfurique et on l'agite avec de l'éther. L'éther, décanté et distillé, abandonne un acide cristallisable, qui n'est autre que l'acide benzoïque, ainsi que le démontrent ses propriétés et la composition du sel d'argent.

» La réaction s'est donc passée suivant l'équation

$$C^6H^6 + CO^2 = C^6H^5CO^2H,$$

ou plutôt en faisant intervenir le composé organo-métallique

$$C^6H^5Al^2Cl^5 + CO^2 = C^6H^5.CO^2.Al^2Cl^5,$$
$$C^6H^5.CO^2.Al^2Cl^5 + H^2O = C^6H^5.CO^2H + Al^2Cl^5(OH).$$

» Elle est, comme on voit, analogue à la synthèse du propionate de sodium réalisée par M. Wanklyn, en faisant réagir l'acide carbonique sur le sodium-éthyle.

» L'anhydride sulfureux se fixe de même, mais avec beaucoup plus d'énergie, sur la benzine additionnée de chlorure d'aluminium et doucement chauffée. On voit se produire un abondant dégagement d'acide chlorhydrique; il est facile de suivre les progrès de la réaction, en absorbant cet acide et en le pesant. Quand le poids de l'acide chlorhydrique dégagé dépasse notablement celui de la moitié du chlorure d'aluminium employé, il est bon d'interrompre l'opération et de verser le mélange, par petites portions, dans de l'eau froide. Si l'on poussait la réaction plus loin, il se séparerait au fond du vase une masse solide de sel d'alumine, très-difficile à dissoudre sans l'intervention de la chaleur; et l'emploi de cette dernière a l'inconvénient d'altérer partiellement le produit formé.

» Le liquide aqueux est décanté soigneusement et filtré sur un filtre mouillé pour le séparer de la benzine et des matières huileuses qui ont pu se former. Il est ensuite additionné d'acide chlorhydrique, puis agité avec de l'éther. Ce dernier, décanté, abandonne à l'évaporation une matière cristalline, parfois d'un beau blanc, parfois aussi jaunâtre ou brunâtre et mélangée de matières huileuses.

» Ces cristaux ne sont autre chose que l'hydrure de sulfophényle ou acide benzylsulfureux, obtenu, comme on sait, par M. Kalle et par MM. Otto et Ostrop, dans la réaction du zinc-éthyle ou de l'amalgame de sodium sur le chlorure phénylsulfureux.

» Le composé cristallisé a donné à l'analyse les nombres correspondant à la formule $C^6H^5.SO^2.H$. Il est peu soluble dans l'eau et l'addition d'a-

cide chlorhydrique à une solution moyennement concentrée d'un de ses sels le précipite sous la forme de longues aiguilles cristallines. Il est fort altérable à l'air et les cristaux les plus purs et les plus secs se transforment peu à peu en un liquide sirupeux, qui cristallise en petites aiguilles lorsqu'on l'abandonne sur l'acide sulfurique.

» Cette transformation a lieu avec absorption d'oxygène, et le produit formé n'est autre que l'acide phénylsulfureux $C^6H^5.SO^3.H$, que nous avons pu facilement caractériser par la propriété qu'il possède de fournir du phénol lorsqu'on le fond avec la potasse.

» La réaction entre la benzine et l'acide sulfureux s'est donc passée suivant l'équation

$$C^6H^6 + SO^2 = C^6H^5.SO^2.H,$$

ou plutôt

$$C^6H^5Al^2Cl^5 + SO^2 = C^6H^5SO^2Al^2Cl^5,$$
$$C^6H^5SO^2Al^2Cl^5 + H^2O = C^6H^5SO^2H + Al^2Cl^5(OH).$$

» On connaît déjà une réaction qui peut être mise en parallèle avec celle que nous venons de décrire : c'est celle découverte par M. Hobson ; ce chimiste a obtenu l'acide auquel il a donné le nom d'*acide méthyldithionique,* en faisant agir l'acide sulfureux sur le zinc-méthyle

$$Zn(CH^3)^2 + 2SO^2 = (CH^3SO^2)^2Zn.$$

» D'autres anhydrides d'acides bibasiques se comporteront sans doute de même, et fourniront toute une série d'acides, les uns nouveaux, les autres déjà connus. C'est ainsi que nous avons déjà obtenu, par l'action de l'anhydride phtalique sur la benzine additionnée de chlorure d'aluminium, avec la plus grande facilité et en abondance, l'acide β-benzoylbenzoïque. En traitant par l'acide chlorhydrique, une fois la réaction terminée, et reprenant par l'eau, on obtient des cristaux prismatiques, minces, dentelés, fondant au-dessous de 100 degrés, et ayant les propriétés et la composition de l'acide β ou orthobenzoylbenzoïque, obtenu en même temps qu'un isomère par M. Zincke dans l'oxydation du benzyltoluène

$$C^6H^6 + C^6H(CO)^2O = C^6H^5.CO.C^6H^4.CO^2H.$$

» Le mode de production nouveau que nous avons découvert démontre bien que l'acide de M. Zincke appartient à la série des orthodérivés de la benzine, puisqu'il se prépare avec l'anhydride phtalique, qui appartient à cette série.

» Quant aux anhydrides d'acides monobasiques, nous avons constaté, comme on pouvait s'y attendre d'après les faits précédents, qu'ils donnent des acétones, tels que le méthylbenzoyle, quand on opère avec l'anhydride acétique

$$C^6H^6 + (C^2H^3O)^2O = C^6H^5.CO.CH^3 + C^2H^3O^2H.$$

» Nous nous voyons fondés à voir dans ces résultats, en même temps qu'une série de synthèses nouvelles, de fortes preuves en faveur de notre manière d'interpréter l'action du chlorure d'aluminium sur les hydrocarbures. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Engrenages à épicycloïdes et à développantes. Détermination du cercle à prendre pour le profil des dents.* Mémoire de M. **H. Léauté**, présenté par M. Rolland. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Rolland.)

« J'ai donné, dans un Mémoire précédent [1], le tracé pratique du cercle qu'il convient de substituer à une courbe donnée dans une étendue finie : 1° lorsque cette courbe ne présente aucune singularité; 2° lorsqu'elle a, en son milieu, un point de courbure maxima ou minima. Ce sont là les deux cas qui se présentent le plus généralement. Je vais traiter la même question dans l'hypothèse où l'arc considéré présente un point de rebroussement à l'une de ses extrémités, ce cas particulier ayant de l'importance dans le tracé des engrenages.

» Le présent Mémoire est divisé en deux Parties. Dans la première, le cercle est assujetti à passer par le point de rebroussement : c'est le cas des engrenages à épicycloïdes. Dans la seconde, le cercle ne passe pas par le rebroussement et le tracé auquel on est conduit correspond alors aux engrenages à développantes.

» 1° *Engrenages à épicycloïdes.* — Soit α l'angle de la normale à la courbe en un point quelconque avec la normale au point de rebroussement pris pour origine, angle qui varie pour l'arc donné de zéro à a ; on voit aisément

[1] *Comptes rendus*, séance du 3 décembre 1877.

que la distance de la courbe au cercle est de la forme

$$y = l\alpha^4 + m\alpha^3 + n\alpha^2;$$

il faut exprimer que cette distance s'écarte le moins possible de zéro quand α varie de zéro à a; or l'identification avec le polynôme de Tchebychef n'est pas possible, car α^2 est en facteur; il est donc nécessaire d'aborder le problème directement. Pour cela, je résous la question suivante:

» Étant donné un polynôme de la forme

$$y = x^{n+\varepsilon} + p_1 x^{n+\varepsilon-2} + \ldots + p_n x^{\varepsilon},$$

dans lequel $p_1, p_2, \ldots, p_n$ sont des coefficients indéterminés et ε une quantité donnée qui peut d'ailleurs être nulle, trouver les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ telles que le polynôme s'écarte le moins possible de zéro quand x varie de zéro à h. Soit L la plus grande valeur absolue de ce polynôme dans les limites considérées; les valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_\mu$, auxquelles correspondent les valeurs $\pm$ K, satisfont aux équations

$$(1) \qquad y^2 - L^2 = 0,$$

$$(2) \qquad x(x-h)\frac{dy}{dx} = 0;$$

et l'on sait (¹) que les équations

$$\begin{aligned} \lambda_1 x_1^{n+\varepsilon-1} + \lambda_2 x_1^{n+\varepsilon-2} + \ldots + \lambda_n x_1^{\varepsilon} &= y_1, \\ \lambda_1 x_2^{n+\varepsilon-2} + \lambda_2 x_2^{n+\varepsilon-2} + \ldots + \lambda_n x_2^{\varepsilon} &= y_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots, \\ \lambda_1 x_\mu^{n+\varepsilon-2} + \lambda_2 x_\mu^{n+\varepsilon-2} + \ldots + \lambda_n x_\mu^{\varepsilon} &= y_\mu \end{aligned}$$

doivent être incompatibles, ce qui nécessite que le nombre μ des solutions communes aux équations (1) et (2) soit supérieur d'au moins une unité au nombre des coefficients indéterminés.

» Le nombre des maxima égaux à $\pm$ L doit donc être au moins de $n+1$; mais ces maxima correspondent à des racines de l'équation (2) qui peut s'écrire

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} x^{\varepsilon}(x-h)[(n+\varepsilon)x^n + (n+\varepsilon-1)p_1 x^{n-1} \\ + (n+\varepsilon-2)p_2 x^{n-2} + \ldots + \varepsilon p_n] = 0. \end{aligned} \right.$$

» Si donc ε est différent de zéro, c'est-à-dire si x est en facteur dans

(¹) Voir la Théorie de Tchebychef (*Calcul différentiel* de M. J. Bertrand, p. 512).

l'expression de y, une valeur nulle de x ne donnant pas à y la valeur $\pm$ L, on voit que, pour obtenir ces $n+1$ maxima, il faut exprimer que les n racines différentes de zéro de la dérivée $\frac{dy}{dx}$ et la limite h donnent au polynôme y des valeurs maxima égales.

» Si, au contraire, ε est nul, x^ε disparaît dans l'équation (3), mais εp_n disparaît aussi dans la dernière parenthèse et, x se trouvant encore en facteur, on voit qu'il reste dans cette parenthèse la dérivée de y ; cette dérivée étant de degré $n-1$, il faut que les deux limites zéro et h et toutes les racines de la dérivée donnent au polynôme y des valeurs maxima égales.

» En résumé, le théorème suivant peut être énoncé :

» *Pour déterminer le polynôme à coefficients indéterminés, mais complet, de la forme*

$$x^{n+\varepsilon} + p_1 x^{n+\varepsilon-1} + p_2 x^{n+\varepsilon-2} + \ldots + p_n x^\varepsilon,$$

dans lequel ε peut être nul ou non, qui s'écarte le moins possible de zéro entre deux limites zéro et h, il suffit d'exprimer que les maxima sont aussi nombreux que possible, tous égaux entre eux et aux valeurs limites qui ne sont pas nulles.

» Ce théorème conduit à n équations qui permettent de déterminer les n paramètres ; en l'appliquant au cas particulier qui nous occupe, on arrive à la règle suivante pour le tracé du cercle :

» *Prendre pour centre le point de rencontre des deux normales à la courbe menées au huitième et aux treize vingtièmes de la longueur de l'arc, comptés à partir du rebroussement, et faire passer le cercle par ce point de rebroussement.*

» Il est facile de voir que si l'on s'assujettit, dans le cas des épicycloïdes, à suivre exactement le tracé de Willis, de manière à ne modifier en rien la nature et l'ordre des opérations manuelles auxquelles les ouvriers sont habitués, la règle précédente équivaut à celle-ci, que j'avais déjà obtenue par une méthode différente (¹).

» *Faire le tracé de Willis en remplaçant la moitié du pas a par le quart $\frac{a}{4}$, l'odontographe à 15° par l'odontographe à 7°30′ et le rayon de* $0{,}50\,\frac{N\pm 6}{N\pm 12}\,a$ *par le rayon* $0{,}82\,\frac{N\pm 6}{N\pm 12}\,a$.

» 2° *Engrenages à développantes de cercle.* — En appliquant la méthode qui vient d'être indiquée plus haut, je trouve, dans le cas d'une courbe quelconque, la règle suivante pour le tracé du cercle, qui n'est plus assujetti comme précédemment à passer par le point de rebroussement.

(¹) *Comptes rendus*, mars 1876.

» *Prendre pour centre le point de rencontre des deux normales à la courbe menées au sixième et aux deux tiers de sa longueur, comptés à partir du rebroussement, et faire passer le cercle par le point de la courbe situé au quart de l'arc considéré.*

» Lorsque la courbe est une développante de cercle, on est conduit au tracé pratique suivant :

» *Prendre à partir de l'origine* A *sur la circonférence primitive* O *une longueur* AK *égale aux cinq huitièmes de l'amplitude de prise, soit aux sept seizièmes du pas, joindre* OK *qui coupe en* T *la tangente en* A *et prendre sur* KT *un point* C *tel que* $CK = \frac{1}{9} KT$; *le point* C *est le centre du cercle.*

» *Mener ensuite la tangente à la circonférence primitive au point* M *situé au milieu de l'amplitude de prise, soit aux trente-cinq centièmes du pas, et prendre sur cette tangente, à partir de* M *et au côté de* A, *une longueur* MD *égale à l'arc* AM. *Le cercle doit passer en* D. »

CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — *Sur la fabrication des fontes de manganèse et sur la volatilité du manganèse.* Note de M. **P. Jordan**.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Sainte-Claire Deville.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un échantillon d'un produit métallurgique nouveau qui est une véritable *fonte de manganèse*, obtenue par le traitement au haut-fourneau des minerais de manganèse et dont des quantités importantes (plus de 100 000 kilogrammes) ont déjà été livrés aux aciéries françaises.

» L'usine de Saint-Louis, près de Marseille, où elle a été obtenue, s'occupe depuis plus de vingt années de la fabrication des fontes de fer manganésées, et c'est par étapes successives, et en suivant en quelque sorte les demandes de l'industrie, qu'elle est arrivée, au mois de novembre dernier, à obtenir les produits dont il s'agit.

» Un échantillon analysé au laboratoire de l'usine a donné :

Manganèse	84,960
Fer	8,550
Carbone	5,700
Silicium	0,660
Soufre	0,035
Phosphore	0,005
	99,910

» On a obtenu depuis des fontes encore plus dépourvues de fer et plus riches en manganèse. On est allé jusqu'à 87,4 pour 100 de manganèse ; mais, lorsqu'on a cherché à dépasser cette limite, on n'a plus obtenu de produits capables de se conserver pratiquement sans altération à l'air. L'échantillon soumis à l'Académie est fabriqué depuis environ six mois et n'a pas subi d'altération sensible.

» La fabrication des fontes manganésées, ferromanganésées et fontes de manganèse a conduit les ingénieurs de l'usine de Saint-Louis à la constatation d'un fait qui n'avait pas encore été signalé : la volatilité relativement considérable du manganèse aux températures des foyers métallurgiques.

» En cherchant à établir le bilan comparatif des quantités de chaleur produites ou introduites dans le haut-fourneau et des quantités de chaleur dépensées par les différentes réactions chimiques, perdues par les parois ou entraînées par les produits fondus ou gazeux de l'appareil, de manière à se rendre compte de l'utilisation réelle du combustible consommé dans la fabrication des fontes manganésées, les ingénieurs de Saint-Louis trouvaient toujours une consommation ou plutôt un déficit de calories inexplicable, alors que dans la fabrication des fontes de fer ordinaire cette anomalie n'existait pas. Il est vrai que les capacités calorifiques de la fonte et des laitiers fluides n'ont pas été spécialement déterminées à Saint-Louis et que les chiffres adoptés pouvaient n'être pas absolument exacts. Il est vrai encore que la quantité de chaleur absorbée par la réduction des oxydes de manganèse n'est pas non plus connue exactement et qu'il faut se servir de chiffres déterminés par induction. Mais le déficit en calories que l'on trouvait était trop considérable pour qu'il pût avoir pour cause une simple erreur d'appréciation ; d'autre part, il est beaucoup plus grand dans la fabrication des fontes très-riches en manganèse que dans celle des fontes moins riches. Aussi on a été conduit à se demander s'il n'y avait pas en jeu une cause encore inaperçue d'absorption de chaleur, un changement d'état par exemple.

» D'autre part, en cherchant à établir aussi le bilan comparatif de la quantité de manganèse introduite dans les charges du haut-fourneau, quantité facile à déterminer, et des quantités de manganèse contenues dans la fonte, dans les laitiers et même dans les poussières des gaz du gueulard, on constatait qu'une portion importante (souvent jusqu'à 10 pour 100 en allure chaude) de ce métal avait disparu sans qu'on pût la retrouver.

» Ces deux faits ont amené les ingénieurs de l'usine à penser qu'il y avait une perte de manganèse par volatilisation.

» Certains faits constatés de longue date militaient du reste en faveur de cette présomption.

» 1° En recueillant dans les conduites de gaz à diverses distances du gueulard les poussières entraînées et en les analysant, on voit que la teneur en zinc et en fer diminue à mesure qu'on s'éloigne du gueulard, celle en manganèse se maintenant. A une distance un peu grande du gueulard, on trouve ces poussières riches en manganèse à un état impalpable, analogue à celui qui caractérise l'oxyde de zinc provenant de zinc brûlé.

» 2° Les fumées du gueulard, blanches au moment de leur sortie du haut-fourneau, deviennent roussâtres quand elles sont brûlées, ce qui permet de penser qu'elles contiennent le manganèse en vapeur au moment de leur sortie.

» 3° En observant la coulée d'une fonte très-manganésée (20 à 25 pour 100 de manganèse par exemple), fabriquée en allure chaude, on voit sortir avec la fonte du trou de coulée des fumées abondantes de couleur roussâtre : ces fumées forment un léger dépôt sur les surfaces environnantes. En les analysant, on y trouve une proportion notable d'oxyde de manganèse, mélangé aux oxydes de corps entraînés par les gaz qui s'échappent de la fonte, tels que le silicium, le calcium, etc. Ces fumées roussâtres sont semblables à celles qui s'échappent du bec du convertisseur Bessemer à un certain moment du travail des fontes manganésées dans cet appareil.

» 4° Les gueusets de fonte très-manganésée sont, après leur refroidissement, souvent recouverts d'une couche d'oxyde rouge de manganèse.

» 5° Dans le travail au haut-fourneau avec tuyère de sortie des laitiers, il se dégage quelquefois des gaz par cette tuyère et l'on trouve dans les canaux que ces gaz se frayent à travers le laitier des dépôts pulvérulents d'oxyde rouge de manganèse, dépôts qui semblent montrer que du manganèse volatilisé est sorti avec les gaz incandescents et s'est oxydé au fur et à mesure que l'air extérieur a pu intervenir.

» Diverses observations faites sur les flammes et les fumées qui s'échappent du convertisseur Bessemer disposaient aussi à croire à la volatilisation du manganèse dans cet appareil.

» Des expériences directes faites au laboratoire de l'usine de Saint-Louis par les ingénieurs de cette usine ont permis de constater ce qu'il en est réellement.

» 1° On a introduit dans un creuset brasqué soigneusement 200 grammes de ferromanganèse contenant 84,9 pour 100 de manganèse; on les a mis en fusion et on les a maintenus pendant $2^h\,30^m$ à la plus haute température possible à obtenir dans un four à vent. Au bout de ce temps, le culot avait perdu 9 grammes et ne contenait plus que 84,2 pour 100 de manganèse : la perte correspondait au manganèse disparu. On a trouvé le creuset tout

pénétré par du manganèse oxydé provenant du métal qui devait avoir passé à l'état de vapeur à travers la brasque.

» 2° On a placé l'un dans l'autre deux creusets de graphite de dimensions différentes en les séparant par une couche de brasque et l'on a brasqué encore soigneusement le creuset intérieur. On y a introduit 252 grammes de ferromanganèse à 84,9 pour 100 et l'on a chauffé pendant $4^h\,30^m$ dans un four à vent. Après refroidissement le culot pesait 243 grammes, soit encore 9 grammes de moins, et il ne contenait plus que 84,4 pour 100 de manganèse. Le calcul donnait donc pour le manganèse disparu

$$252 \times 0,849 - 243 \times 0,844 = 8^{gr},82,$$

soit sensiblement 9 grammes. On espérait retrouver le manganèse vaporisé soit dans la pâte des creusets, soit dans la brasque intermédiaire. Mais le creuset extérieur a fondu presque complétement et l'on a retrouvé seulement $1^{gr},98$ de métal dans les parois du creuset intérieur, qui étaient séparées du culot par $1\frac{1}{2}$ centimètre de brasque.

» Ces expériences sont difficiles à réussir à cause de la propriété éminemment fondante de l'oxyde de manganèse. Il semble donc en résulter que le manganèse est volatil à la température des fourneaux métallurgiques, et ce fait explique plusieurs anomalies remarquées dans la fabrication des produits très-manganésés.

» Il est peut-être utile d'ajouter encore que les métaux volatils jouent un rôle plus important qu'on ne l'a signalé jusqu'à présent dans la formation des flammes qui apparaissent sur les fontes manganésées au moment de leur coulée, les minerais qui servent à leur obtention étant presque toujours plombifères, zincifères, etc. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le daltonisme, précautions sanitaires et moyens préventifs.* Note de M. **A. Favre**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

(Renvoi au concours de Médecine et de Chirurgie.)

« *Résumé et conclusions.* — 1° Le daltonisme réside dans l'ignorance ou dans la confusion des couleurs.

» 2° Il y a en France plus de 3 000 000 de personnes affectées de daltonisme.

» 3° Le nombre des femmes atteintes est à celui des hommes environ dans la proportion de 1 à 10.

» 4° 9 cas de daltonisme sur 10 peuvent être facilement guéris chez les jeunes sujets.

» 5° Le meilleur moyen de traitement consiste actuellement dans un exercice méthodique sur les objets colorés.

» 6° Les femmes, dans la famille, doivent avoir soin de développer le sens chromatique des enfants, de ceux surtout qui présenteront des erreurs dans la dénomination des couleurs. Il leur sera recommandé de ne point tourner en ridicule les daltoniens.

» 7° A l'avenir personne ne pourra être admis dans le service des chemins de fer, dans la marine, dans les écoles de peinture sans avoir subi la visite des couleurs.

» 8° L'ignorance des couleurs ne peut pas exempter du service des armées de terre ou de mer, mais les daltoniens ne pourront jamais être chargés d'un service se rapportant aux signaux colorés. Des exercices réguliers sur les couleurs seront institués dans la marine et dans l'armée de terre.

» 9° Des examens et des exercices sur les couleurs seront établis dans toutes les écoles. »

M. F. Chevalier adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Thenard, une réclamation de priorité à l'occasion de la Communication de MM. *A. de la Loyère* et *Müntz*.

« Dans la séance du 13 mai, MM. A. de la Loyère et Müntz ont présenté à l'Académie des Sciences un remède contre le Phylloxera qu'ils disent nouveau.

» Ce procédé consiste à distiller, avec ou sans mélange, les roches bitumineuses d'Orbagnoux ou de toute autre origine kimméridgienne, et à réincorporer dans les résidus les produits de la distillation, de façon à constituer une poudre tout à la fois vénéneuse pour l'insecte et utile à la plante par l'acide phosphorique, les alcalis et les matières azotées que contient le minéral.

» Or nous avons nous-même, le 5 juin 1876, publié le même procédé, et, dans la présente Note, nous venons réclamer la priorité de cette invention.

» Non-seulement, pour appuyer notre droit, nous nous en rapportons à la Note du 5 juin, qui a été renvoyée à la Commission du Phylloxera, mais

encore au témoignage d'un grand nombre de personnes honorables : le Dr Émery de Lyon, M. Léon Émery, industriel à Lyon, M. Jocteur-Montrozier, près de Grenoble, qui ont, en 1876 et 1877, expérimenté en grand, dans les départements de l'Isère, du Rhône, etc., et ont déclaré publiquement, soit par paroles, soit par écrit, avoir obtenu d'excellents résultats;

Et MM. Thenard, Drouyn de Lhuys, de Monicault, général Février, sénateur Bérenger, marquis de Ginestoux, qui, dès le commencement de 1877, ont été mis au courant de mes travaux et m'ont fort encouragé. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Dessenoseer** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Ch. **Tellier** prie l'Académie de vouloir bien admettre aux Concours des prix qu'elle décerne les travaux qu'il a présentés sur la conservation de la viande.

(Renvoi aux Commissions des prix Montyon.)

L'Académie reçoit, pour le Concours dont le terme est fixé au 1er juin, les Mémoires suivants :

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

M. P. **Delmas**. — Sur l'action du froid et de la chaleur sur l'organisme.

MM. **Dastre** et **Morat**. — De l'innervation des vaisseaux.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

M. Fr. **Franck**. — Circulation, cœur et vaisseaux.

M. **Biechy**. — D'une révolution dans la constitution médicale et dans la méthode thérapeutique au cours du siècle actuel.

M. **Burq**. — Documents divers sur la métalloscopie et la métallothérapie.

M. E. **Barbe**. — Sur diverses applications de l'oxygène.

M. J.-B. **Reynier**. — Description et nouveau traitement de la lordose sacro-lombaire spontanée.

CONCOURS BRÉANT.

M. E. **Decaisne**. — Étude sur l'étiologie tellurique du choléra.

PRIX TRÉMONT.

M. **Roudière**. — Assainissement de la chaussure.

PRIX BARBIER.

M. **Ch. Tanret**. — Sur l'ergotine.

CONCOURS MONTYON (ARTS INSALUBRES).

MM. **Lenoir** et **Maugin-Lesur**. — Sur un procédé d'étamage à l'argent mercuré.

CONCOURS ALHUMBERT (ÉTUDE DU MODE DE NUTRITION DES CHAMPIGNONS).

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *Floret humus*.

CONCOURS BORDIN.

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *Penser, agir*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Haton de la Goupillière*, intitulée : « Rapport à la Commission d'études des moyens propres à prévenir les explosions de grisou ».

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations du passage de Mercure.* Lettre de M. **Ch. André** à M. Dumas.

« J'ai l'honneur de vous adresser le Rapport sommaire des observations que nous avons faites le 6 mai.

» Le plan d'ensemble que nous avions adopté est le suivant :

» 1° *Observation directe du phénomène.* — M. Hatt et moi devions observer aux deux lunettes de 6 pouces que la Commission a bien voulu mettre à notre disposition.

» L'observation du premier contact interne était destinée à vérifier que le *ligament noir* se produisait, avec cette ouverture, si l'on donnait à l'image solaire reçue par l'œil toute l'intensité que cet organe peut supporter ;

» Que les dimensions et l'intensité du ligament augmentent quand on diminue l'ouverture de la lunette;

» Qu'enfin on peut en réduire à volonté les dimensions et l'intensité, en augmentant graduellement le pouvoir absorbant du verre noir employé pour l'observation.

» L'observation du second contact interne devait servir à compléter les vérifications précédentes et à essayer l'usage d'un écran formé d'anneaux très-étroits, alternativement vides et pleins, que des expériences antérieures m'avaient conduit à croire excellent pour l'observation des passages de Vénus et de Mercure.

» Les contacts externes devaient d'ailleurs être observés avec soin; et, pendant la durée du passage, chacun de nous avait mission d'examiner attentivement les surfaces du Soleil et de Mercure et surtout les portions de disque solaire avoisinant la planète.

» 2° *Observation photographique.* — Les observations photographiques étaient dirigées par M. Angot.

» Il se proposait de comparer entre eux le procédé employé lors du dernier passage de Vénus par les astronomes américains et le procédé du photohéliographe, ainsi que les différentes sortes de collodion dont on se sert habituellement pour ces observations; et enfin d'étudier l'influence que la durée de pose peut avoir, dans ce cas, sur la précision des mesures.

» M. Angot s'était chargé du photohéliographe et avait confié l'appareil de Washington à M. Hoffmann, photographe à Ogden.

» Malheureusement, monsieur le Président, l'état du ciel ne nous a pas permis de réaliser entièrement ce programme.

» *Passage.* — En effet, le dimanche 5, dans l'après-midi, le temps qui, depuis une semaine, s'était maintenu au beau, changea presque subitement. Un vent fort, nous amenant des tourbillons de sable, s'éleva; le ciel se couvrit, le baromètre baissa avec une grande rapidité, et bientôt nous fûmes obligés de clouer entièrement les toits en toile de nos cabanes d'observation, toits qui, jusqu'alors, avaient été fixés par des cordes et que le vent menaçait d'emporter. Pendant la nuit, il tomba un peu de neige.

» Cependant, le lundi 6, à 4 heures du matin, le ciel était d'une grande pureté, le vent était presque tombé, le baromètre avait remonté, et nous pensions que la tourmente était terminée. Il n'en était rien.

» Vers $6^h 30^m$, les nuages envahirent de nouveau le ciel et, à $7^h 30^m$, la neige recommença à tomber par petits flocons. Nous vîmes néanmoins Mer-

cure quelques minutes après son entrée sur le disque du Soleil. Ce fut tout pour cette première période d'observation. A 8 heures, la neige tombait abondamment, le vent s'était élevé violent et nous étions encore au milieu d'un véritable ouragan, non plus de sable, comme la veille, mais de neige cette fois, et, comme la veille, nous fûmes obligés de clouer les toits de nos cabanes.

» Ce temps affreux dura jusqu'à $11^h 45^m$. Une trouée se fit alors dans le ciel et M. Angot put prendre des photographies.

» A partir de ce moment, le temps s'améliora peu à peu; les éclaircies devinrent de plus en plus fréquentes et plus durables. Mais jamais, pendant toute la durée du passage, nous eûmes un ciel à moitié dégagé.

» Vers $2^h 45^m$, une grande éclaircie commença à se diriger vers le Soleil, et, comme le moment de la sortie approchait, l'espoir nous revint. Il n'a point été déçu : la portion du ciel entourant le Soleil s'est maintenue pure jusqu'au moment de la sortie, que nous avons observée dans d'excellentes conditions. Mais, une minute après l'observation du second contact de sortie, le Soleil était de nouveau caché par les nuages.

» *Observation directe.* — L'absence d'observation à l'entrée ayant modifié notre programme primitif, nos efforts se sont portés sur l'étude du *ligament noir*.

» M. Hatt conserve entière l'ouverture de son équatorial : à $3^h 14^m 9^s$, temps moyen d'Ogden, il aperçoit la première trace de *ligament*. C'est une simple traînée obscure réunissant le bord du Soleil et celui de la planète. Amenant alors en face de son œil une portion du verre noir gradué, plus absorbante pour la lumière, il voit le *ligament* disparaître. Bientôt après, le *ligament* réapparaît; M. Hatt le fait disparaître de nouveau par le même moyen; et ainsi de suite, jusqu'au moment où les deux astres lui paraissent en contact géométrique, à $3^h 14^m 28^s$.

» Quant à moi, j'avais diaphragmé à 4 pouces l'ouverture de mon équatorial.

» A $3^h 14^m 5^s$ je vis la première trace du *ligament* : au bout de quelques secondes il devint très-large et très-obscur, et de dimensions sensiblement comparables à celles du diamètre de la planète.

» Enlevant le diaphragme, je vis le *ligament* se réduire de plus de moitié.

» Remettant alors le diaphragme et se servant ensuite du verre noir gradué, on fit disparaître complétement le *ligament* noir, et les deux astres parurent alors très-nettement distants l'un de l'autre.

» Ramenant le verre noir à la position primitive, le ligament réapparaît très-large et très-intense et de même une seconde fois.

» A $3^h 14^m 32^s$ j'ai noté le contact des deux astres.

» Ces deux observations réunies me paraissent, monsieur le Président, résoudre la première partie du programme énoncé plus haut; et, en employant le procédé simple et méthodique dont s'est servi M. Hatt, les observations d'un contact de Vénus, d'ailleurs beaucoup plus faciles que celles d'un contact de Mercure, me semblent devoir atteindre une approximation d'au moins *deux secondes de temps*.

» Nous n'avons d'ailleurs rien observé de particulier ni sur la planète, ni sur les régions du Soleil qui l'entouraient successivement :

	Troisième contact.		Quatrième contact.
MM. Hatt......	$3^h 14^m 28^s$	MM. Hatt.....	$3^h 17^m 25^s$
André....	$3^h 14^m 32^s$	André.....	$3^h 17^m 18^s$

» *Observation photographique.* — Un accident survenu pendant la tourmente de la veille à l'appareil de Washington a empêché de l'employer pendant les éclaircies de peu de durée; aussi le nombre des photographies obtenues avec cet instrument est-il relativement restreint : on en a 30.

» Avec le photohéliographe, au contraire, M. Angot, profitant de toutes les éclaircies, a pu avoir 48 photographies du phénomène. Trente d'entre elles sont actuellement révélées; et même celles qui ont été prises alors que le Soleil était voilé par de légers nuages sont bonnes.

» Des mesures précises permettront seules, monsieur le Président, de se former une opinion exacte sur la valeur relative des deux procédés et des différents collodions employés.

» Ces mesures exigent beaucoup de temps : M. Angot les commencera dès son retour en France, et il aura l'honneur de vous communiquer les résultats et les conclusions de ce nouveau travail.

» Actuellement, je ne puis que constater et louer sans réserve le zèle et le dévouement dont, à Ogden comme autrefois à Nouméa, M. Angot a fait preuve à chaque instant pendant toute la durée de la mission. »

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Mercure aux États-Unis.* (Extrait du *New-York Times.*)

« *Observatoire d'Hastings on the Hudson*, Professeur Henry Draper. — Le Professeur Draper était assisté par le professeur Barker, de l'Université

de Pensylvanie, qui se servait d'un réfracteur newtonien; par le professeur Edward Holden, de l'Observatoire de la Marine des États-Unis, qui faisait les observations méridiennes, par le professeur John Draper, de l'Université de New-York; par le Dr Daniel Draper, de l'Observatoire météorologique du Parc central, et sa femme, qui manœuvraient le chronographe. Les observations du premier et du deuxième contact sont sans valeur pour la Science, bien que le ciel fût assez clair, parce qu'elles ont été altérées par le phénomène du *bouillonnement* ou des *ondulations* produites par les vibrations de l'atmosphère : la planète dansait dans le champ de la lunette, et il était impossible de déterminer avec quelque précision l'heure des contacts. D'après l'ensemble des observations, le Dr Draper croit que le premier contact a eu lieu 30 secondes avant l'heure prédite, c'est-à-dire vers $10^h 5^m 29^s$, temps moyen de Washington; le deuxième contact donne un résultat à peu près semblable.

» ..... Il a été pris 20 photographies, 7 avant midi et 13 après....

» L'observation finale a commencé à $5^h 30^m$; elle avait pour but d'obtenir avec certitude les deux derniers contacts.

» Le Dr Draper se servait d'une excellente lunette de 6 pouces d'ouverture, le professeur Holden d'une lunette de 12 pouces de Clark et le professeur Barker d'un grand télescope argenté de 28 pouces de diamètre et de 20 pieds de longueur. Les vibrations de l'atmosphère étaient encore sensibles, mais ces ondulations étaient moins grandes que le diamètre de la planète. Au troisième contact, les heures obtenues par MM. Draper et Holden différaient de 7 secondes, et de 2 secondes seulement pour le quatrième.

» Voici les heures obtenues par ces trois observateurs :

	Troisième contact.	Quatrième contact.
	h m s	h m s
Professeur Barker	5.35.33	5.37.45
Professeur Draper	5.33.00	5.36 et quelques secondes.
Professeur Holden	5.33.00	5.36 et quelques secondes.

» Les résultats exacts ne seront donnés que dans quelques jours, quand les calculs seront faits..

» ....Toutes les photographies sont de même grandeur : elles ont 5 pouces de diamètre..... La planète n'a pas été vue avant le premier contact projetée sur l'enveloppe coronale du Soleil, comme quelques savants supposent que cela devait être; on n'a pas vu d'atmosphère autour de la pla-

nète, ni de points lumineux sur son disque, comme en a décrit Schröter, ni d'apparences de montagnes, comme l'ont mentionné Kohler et Fritsch ; ces observateurs ont été sans doute trompés par quelque illusion provenant de la fatigue de la vue.

» Dans la ville, outre le personnel scientifique, beaucoup de personnes s'intéressaient à cette observation ; à l'Observatoire du collége *Colombia*, un équatorial de 5 pouces d'ouverture fut installé avec un appareil de projection qui produisait sur un écran une image du Soleil de 18 pouces de diamètre, et donnait environ $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre à l'ombre projetée par la planète; le professeur Peck disposa cette projection de manière qu'elle pût être observée par 40 personnes à la fois. Beaucoup de dames assistèrent à cette observation.

» A l'Observatoire particulier de M. Rutherford on a pris une douzaine de bonnes photographies, bien que les circonstances atmosphériques n'aient pas été très-favorables.

» Dans la maison de l'*Evening-Post*, le colonel Lane, qui a fait des explorations en Palestine et dans la Nouvelle-Grenade, possède un beau télescope avec lequel il a facilement observé le passage de Mercure.

» Le professeur Young a été toute la journée occupé à observer le passage de Mercure à Princetown; nous savons qu'il a réussi.

» Le professeur Brackett a obtenu quelques excellentes vues du passage.

» *Utica*, 6 mai. — Le professeur Peters, d'Hamilton-College, a fait avec succès l'observation du passage de Mercure. Il croit avoir découvert des indices de l'atmosphère de Mercure.

» *West-Point*, 6 mai. — L'observation des quatre contacts a été faite avec succès à l'Observatoire de West-Point.

» *Pougkeepsie*, 6 mai. — Les étudiants du College Vassar ont pris des photographies du passage à 10^h40^m, 11^h52^m, 12^h14^m, 12^h52^m, 1^h3^m, 1^h21^m, 1^h36^m. L'entrée de la planète sur le disque du Soleil a été splendidement vue; quelques étudiants ont cru voir une auréole autour de la planète. Dans l'après-midi, des nuages ont couvert le Soleil et arrêté les observations.

» *Amherst*, 6 mai. — Les observations du passage de Mercure ont été aussi bien faites que le temps l'a permis. Le premier contact n'a pas été observé, mais on a fait des mesures exactes sur la position de la planète et l'on a obtenu de bonnes photographies; le troisième et le quatrième contact ont été observés; on a échangé des signaux entre Amherst et Washington et la longitude d'Amherst sera obtenue avec exactitude. Ces observations ont été faites par le professeur Esty, assisté par MM. Stearms et Herbert.

» *Hanover*, 6 mai. — Le temps a été mauvais pour l'observation du passage; on a seulement obtenu quelques vues; M. Paul ne fera aucun calcul avant son retour à Washington. Le premier contact a eu lieu à $10^h 23^m 26^s$; les professeurs Quimby, Emerson et Pattee firent l'observation. Les deux premiers contacts furent observés à $2^m 50^s$ d'intervalle; il y eut des éclaircies dans l'après-midi, mais le Soleil a été couvert aux moments les plus importants. A $4^h 30^m$, quand les déclinaisons du Soleil et de Mercure étaient égales, on a essayé de mesurer la différence des ascensions droites par l'observation du passage des limbes des deux astres; mais, pendant que le ciel était clair, l'atmosphère était agitée et les observations sont de peu valeur. Le troisième contact a eu lieu à $5^h 53^m 13^s$ et le quatrième contact $2^m 32^s$ plus tard.

» *Lewiston*, 6 mai. — Le professeur Fullerton, de l'École théologique de Bates, a fait l'observation du passage de Mercure.

» *Washington*, 6 mai. — Le passage de Mercure a été observé à l'Observatoire de la Marine et en outre par le professeur Newcomb et quelques-uns de ses collaborateurs, auxquels l'établissement du *Nautical Almanach* avait prêté des instruments. L'observation a complétement confirmé le mouvement du périhélie de Mercure.

» Le contact interne a été noté par le professeur Newcomb à $10^h 7^m 43^s$, 10 secondes seulement plus tôt que l'heure calculée d'après les éphémérides; selon l'observation du professeur Newcomb et de ses assistants, le deuxième contact interne a eu lieu à $5^h 33^m 50^s$, et le quatrième contact $2^m 50^s$ plus tard. Il n'était pas possible d'avoir un plus beau temps pour faire l'observation.

» Le professeur Eastmann était au vieux télescope de l'Observatoire national et le superintendant professeur Hall prenait des photographies avec une lunette horizontale et un réflecteur.

» *Boston*, 6 mai. — L'observation du passage de Mercure a été faite à l'Observatoire de Cambridge; elle a été contrariée par les nuages, mais dans l'après-midi une éclaircie s'est faite au moment le plus favorable.

» Le contact a eu lieu quelques secondes après $10^h 26^m$.

» Soixante photographies ont été obtenues principalement après 3 heures.

» Cinq à six cents mesures du diamètre de la planète ont été faites.

» Les calculs relatifs aux heures ne sont pas encore terminés, mais on suppose qu'il ne doit pas exister une différence sensible avec l'heure prédite. Ces observations ont été dirigées par le professeur Pickering.

» *Ogden-Utah*, 6 mai. — Les observations ont été faites à l'Observatoire des États-Unis par le professeur André et des astronomes français. Le passage

a commencé à $7^h 44^m$, mais le Soleil était caché par des nuages; le temps s'est éclairci vers midi. Trois photographies seulement ont été prises jusqu'à 1 heure, mais ensuite soixante-quinze photographies ont été obtenues jusqu'à la sortie, qui a eu lieu à $3^h 17^m$. Les observations sont regardées comme réussies et satisfaisantes.

» *Baltimore,* 6 mai. — Le commodore Howel, chef du service astronomique à l'Académie navale, a communiqué les renseignements suivants sur l'observation du passage de Mercure à Annapolis. Voici les heures des contacts observés avec la lunette de l'Académie navale de 9 pieds de distance focale, 8 pouces d'ouverture et 212 fois de grossissement.

Premier contact.......	$10^h\ 7^m\ 3^s$	Deuxième contact.....	$10^h 10^m\ 3^s$
Troisième contact......	$5^h 34^m\ 3^s$	Quatrième contact.....	$5^h 36^m 39^s$

» *Philadelphie,* 6 mai. — Les observations ont été faites ici à l'Observatoire de l'École Supérieure. Il y avait beaucoup de curieux, mais on n'a laissé pénétrer personne avant les premiers contacts; le professeur Benjamin Snyder et son assistant ont observé le premier contact quelques secondes après $10^h 12^m$. Il était annoncé dans les éphémérides pour Washington à $10^h 4^m$.

» La planète a effectué son premier contact à 18 degrés au-dessus de l'équateur du Soleil et en continuant sa course au O.-S.-O., elle est sortie à $5^h 45^m$ à 60 degrés au-dessous de l'équateur. Les observations faites par le professeur Snyder seront soigneusement calculées et envoyées par lui à l'Observatoire de Washington. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie analytique des déterminants.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite; par M. **Ernst Schéring.**

« Dans un travail que je viens de publier sur les déterminants (*Mémoires de la Société royale de Göttingue,* t. XXII), la définition est établie de cette nouvelle manière. Les éléments rangés en lignes et en colonnes étant

$$\begin{matrix} E_{h_1 k_1}, & E_{h_1 k_2}, & \ldots, & E_{h_1 k_{n-1}}, & E_{h_1 k_n}, \\ E_{h_2 k_1}, & E_{h_2 k_2}, & \ldots, & E_{h_2 k_{n-1}}, & E_{h_2 k_n}, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ E_{h_n k_1}, & E_{h_n k_2}, & \ldots, & E_{h_n k_{n-1}}, & E_{h_n k_n}, \end{matrix}$$

j'introduis une fonction $\mathfrak{Z}(x)$ qui satisfait aux conditions

$$\mathfrak{Z}(x) = +1 \quad \text{pour} \quad x > 0,$$
$$\mathfrak{Z}(x) = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0,$$
$$\mathfrak{Z}(x) = -1 \quad \text{pour} \quad x < 0.$$

» Cela étant, un terme quelconque du déterminant aura la forme

$$E_{\eta_1 \varkappa_1} E_{\eta_2 \varkappa_2} \ldots E_{\eta_n \varkappa_n} \times \mathfrak{Z} \prod_{m=2}^{m=n} \prod_{\mu=1}^{\mu=m-1} (\eta_m - \eta_\mu)(\varkappa_m - \varkappa_\mu)$$
$$\times \mathfrak{Z} \prod_{b=2}^{b=n} \prod_{\beta=1}^{\beta=b-1} (h_b - h_\beta)(k_b - k_\beta),$$

où les deux séries d'indices $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$, $\varkappa_1, \varkappa_2, \ldots, \varkappa_n$ représentent respectivement $h_1, h_2, \ldots, h_n$ et $k_1, k_2, \ldots, k_n$ *dans un ordre quelconque*.

» Désignons maintenant le déterminant par la relation

$$E(h_1, h_2, \ldots, h_n | \; k_1, k_2, \ldots, k_n);$$

j'obtiens, parmi plusieurs expressions de formes très-différentes, la suivante :

$$E(h_1, h_2, \ldots, h_n | \; k_1, k_2, \ldots, k_n)$$
$$= \frac{1}{1.2\ldots n} \sum_{\eta}^{(n)} \sum_{\varkappa}^{(n)} E_{\eta_1 \varkappa_1} E_{\eta_2 \varkappa_2} \ldots E_{\eta_n \varkappa_n}$$
$$\times \mathfrak{Z} \prod_{m=2}^{m=n} \prod_{\mu=1}^{\mu=m-1} (\eta_m - \eta_\mu)(\varkappa_m - \varkappa_\mu) \times \mathfrak{Z} \prod_{b=2}^{b=n} \prod_{\beta=1}^{\beta=b-1} (h_b - h_\beta)(k_b - k_\beta),$$

où la sommation multiple $\sum_{\eta}^{(n)}$ s'applique, pour chacune des quantités η, à toutes les valeurs $h_1, h_2, \ldots, h_n$, et de même la sommation $\sum_{\varkappa}^{(n)}$ pour chacune des quantités $\varkappa$ à toutes les valeurs $k_1, k_2, \ldots, k_n$.

» Mon Mémoire contient les démonstrations des théorèmes connus pour la décomposition d'un déterminant en déterminants des systèmes dérivés, ainsi que pour la multiplication de deux déterminants. Ces propositions, comme la décomposition du second déterminant de Pfaff en deux facteurs égaux entre eux (les deux résolvants de Jacobi), ne sont autre chose que des manières différentes d'effectuer la sommation dans l'expression que j'ai donnée du déterminant.

» Comme théorème nouveau, je me permets de vous citer ici le dernier de mon Mémoire : *Le déterminant dont les* $2\nu \times 2\nu$ *éléments remplissent les conditions* $E_{h_\sigma h_\tau} = - E_{h_\sigma h_\tau}$ *peut être réduit à la forme*

$$E(h_1, h_2, \ldots, h_n | h_1, h_2, \ldots; h_n) = \sum_{(\eta, x)} 2^g E_{\eta_1\eta_2} E_{\eta_3\eta_4} \ldots E_{\eta_{2\nu-1}\eta_{2\nu}} \times E_{\varkappa_1\varkappa_2} E_{\varkappa_3\varkappa_4} \ldots E_{\varkappa_{2\nu-1}\varkappa_{2\nu}} \times 3 \prod_{m=2}^{m=n} \prod_{\eta=1}^{\mu=m-1} (\eta_m - \eta_\mu) \varkappa_m - \varkappa_\mu),$$

où les indices $\eta_1, \eta_2, \ldots \eta_{2\nu}$ ainsi que $\varkappa_1, \varkappa_2, \varkappa_{2\nu}, \ldots$ ont les mêmes valeurs que $h_1, h_2, \ldots, h_{2\nu}$ et n'en diffèrent que par l'ordre de succession.

L'exposant g se détermine par le nombre des cycles que l'on peut former des 2ν paires d'indices :

$$(\eta_1, \eta_2), \ (\eta_3, \eta_4), \ \ldots, \ (\eta_{2\nu-1}, \eta_{2\nu}), \ (x_1, x_2), \ (x_3, x_4), \ \ldots, \ (x_{2\nu-1}, x_{2\nu}),$$

ou immédiatement ou en échangeant les deux indices dans quelques paires par exemple, en mettant $(\eta_{2\rho}, \eta_{2\rho-1})$ pour $(\eta_{2\rho-1}, \eta_{2\rho})$. Une série de λ paires d'indices, par exemple,

$$(\sigma_1, \sigma_2), \ (\sigma_3, \sigma_4), \ \ldots, \ (\sigma_{2\lambda-3}, \sigma_{2\lambda-2}), \ (\sigma_{2\lambda-1}, \sigma_{2\lambda}),$$

forme un cycle en ordre canonique, quand les λ équations

$$\sigma_2 = \sigma_3, \quad \sigma_4 = \sigma_5, \quad \ldots, \quad \sigma_{2\lambda-2} = \sigma_{2\lambda-1}, \quad \sigma_{2\lambda} = \sigma_1$$

sont remplies. Le déterminant en question ne contient que de tels termes, pour lesquels le nombre des paires d'indices dans chaque cycle est divisible par 2, et l'exposant g s'obtient en restreignant l'énumération des cycles à ceux qui contiennent plus de deux paires. Enfin la sommation $\sum_{(\eta, x)}$ s'étend aux quantités $h_1, h_2, \ldots, h_{2\nu}$, comme représentant les valeurs de $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_{2\nu}$ et $\varkappa_1, \varkappa_2, \ldots, \varkappa_{2\nu}$, en admettant seulement de tels systèmes, qu'un d'eux ne puisse être dérivé d'un autre, en renversant l'ordre des 2ν paires désignées plus haut, ou en échangeant les deux indices, dans quelques paires. »

MÉCANIQUE. — *Sur le problème de la composition des accélérations d'ordre quelconque.* Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Puiseux.

« Dans la séance du 29 avril 1878, M. Maurice Levy a donné, pour résoudre ce problème, une formule remarquable, dont il a indiqué une interprétation géométrique fort élégante. On arrive à ce résultat très-facilement, sans employer le développement en série, en suivant, sans y rien changer, la marche tracée dans mon *Cours de Mécanique* (p. 62) pour la composition des accélérations du premier ordre. Comme, d'ailleurs, on obtient ainsi une nouvelle expression des accélérations complémentaires, je crois pouvoir indiquer ici cette démonstration.

» Soient x, y, z les coordonnées du point mobile M par rapport au système rectangulaire fixe OXYZ; ξ, η, ζ ses coordonnées par rapport au système de comparaison $O'\xi\eta\zeta$; x_0, y_0, z_0 les coordonnées de l'origine mobile O'; a, b, c les cosinus directeurs de OX par rapport à $O'\xi\eta\zeta$, ... Je désigne, de plus, par J_{nx} l'accélération absolue d'ordre n du point M en projection sur OX, les accents $'$ et $''$ servant à marquer les accélérations relative et d'entraînement. Différentions $n+1$ fois par rapport au temps l'équation

$$x = x_0 + a\xi + b\eta + c\zeta,$$

développons le second membre par la formule de Leibnitz qui donne la dérivée $(n+1)^{ième}$ d'un produit et rangeons les termes dans un ordre convenable; nous aurons sans peine

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^{n+1}x}{dt^{n+1}} = & \left(\frac{d^{n+1}x_0}{dt^{n+1}} + \xi\frac{d^{n+1}a}{dt^{n+1}} + \eta\frac{d^{n+1}b}{dt^{n+1}} + \zeta\frac{d^{n+1}c}{dt^{n+1}}\right) \\ & + \left(a\frac{d^{n+1}\xi}{dt^{n+1}} + b\frac{d^{n+1}\eta}{dt^{n+1}} + c\frac{d^{n+1}\zeta}{dt^{n+1}}\right) \\ & + \sum_{i=0}^{i=n-1}\frac{(n+1)n\ldots(n-i+1)}{1.2\ldots(i+1)}\left(\frac{d^{i+1}\xi}{dt^{i+1}}\frac{d^{n-i}a}{dt^{n-i}} + \frac{d^{i+1}\eta}{dt^{i+1}}\frac{d^{n-i}b}{dt^{n-i}}\right. \\ & \left. + \frac{d^{i+1}\zeta}{dt^{i+1}}\frac{d^{n-i}c}{dt^{n-i}}\right). \end{aligned}\right.$$

» Le premier membre n'est autre chose que J_{nx}. Dans le second membre, le premier groupe subsiste seul si l'on regarde ξ, η, ζ comme indépendants du temps : ce groupe représente donc l'accélération d'entraînement d'ordre n projetée sur OX ou J''_{nx}. Et je fais immédiatement cette remarque,

que, $D_t^{n+1}x_0$ représentant l'accélération d'ordre n de l'origine O' projetée sur OX, il faut que la somme $\xi\frac{d^{n+1}a}{dt^{n+1}}+\eta\frac{d^{n+1}b}{dt^{n+1}}+\zeta\frac{d^{n+1}c}{dt^{n+1}}$ exprime la projection sur OX de l'accélération d'ordre n, due à la rotation du système de comparaison autour de O', du point de ce système qui a pour coordonnées relatives ξ, η, ζ.

» Le deuxième groupe, à cause des relations $J'_{n\xi}=D_t^{n+1}\xi$, ..., donne évidemment l'accélération relative d'ordre n projetée sur OX ou J'_{nx}; l'équation (1) peut donc s'écrire

$$J_{nx}=J'_{nx}+J''_{nx}+\sum_{i=0}^{i=n-1}\frac{(n+1)n\ldots(n-i+1)}{1.2\ldots(i+1)}\times\left(J'_{i\xi}\frac{d^{n-i}a}{dt^{n-i}}+J'_{i\eta}\frac{d^{n-i}b}{dt^{n-i}}+J'_{i\zeta}\frac{d^{n-i}c}{dt^{n-i}}\right).$$

Or la quantité sous le signe Σ, abstraction faite du facteur numérique, représente, d'après la remarque ci-dessus, la projection sur OX de l'accélération d'ordre $n-i+1$, due à la rotation du système de comparaison autour de O', du point J'_i qui a pour coordonnées relatives $J'_{i\xi}$, $J'_{i\eta}$, $J'_{i\zeta}$, c'est-à-dire de l'extrémité de la droite $O'J'_i$, qui figure, en grandeur et en direction, l'accélération relative d'ordre i du point M. Comme l'origine O' est un point arbitraire du système de comparaison, rien n'empêche de la placer en M, et l'on voit que l'on retombe ainsi sur l'énoncé même de M. Levy.

» Je me propose, dans une Note subséquente, de traiter la question par une méthode fort différente, qui conduit à des résultats d'un grand intérêt. »

THERMODYNAMIQUE. — *Remarque, au sujet d'une Note de M. Phillips, sur la détermination des chaleurs spécifiques.* Note de M. **Maurice Levy.**

« La Note *Sur la détermination des chaleurs spécifiques et de la fonction caractéristique d'un corps quelconque* (1re Partie) que M. Phillips a insérée aux *Comptes rendus* du 27 mai et que je reçois à l'instant me montre que mes deux Communications *Sur la théorie mécanique de la chaleur*, insérées aux *Comptes rendus* des 5 et 12 mars 1877, ont échappé à l'attention du savant professeur. En effet, la seconde de ces deux Communications contient, sous une forme très-différente et abrégée, mais complète, les résultats

essentiels de la Note de M. Phillips. Je montre comment, étant données : 1° la relation qui, pour un corps quelconque, lie les trois éléments v, T, p; 2° la chaleur spécifique, sous pression constante, observée *sous une seule pression particulière*, arbitrairement choisie, par exemple, sous la pression atmosphérique, on obtient non-seulement les deux chaleurs spécifiques, mais la chaleur latente de dilatation, le coefficient de dilatation, la fonction caractéristique, en un mot, tous les éléments caractéristiques du corps.

» Et, après les avoir déterminés au moyen de ces données, je dis :

« Il est à peine besoin d'ajouter qu'on les aurait de même, en observant, au lieu de la chaleur spécifique à pression constante sous une pression particulière, la chaleur spécifique à volume constant, sous un volume particulier choisi arbitrairement. »

» Puis j'ajoute :

« Et à cette dernière condition, on conçoit qu'on en puisse substituer une infinité d'autres équivalentes. »

» M. Phillips a pris une de ces conditions équivalentes que j'indiquais ainsi à la fin de ma Note. Au lieu d'observer l'une des chaleurs spécifiques, pour un changement d'état du corps dans lequel on laisserait soit le volume, soit la pression constante, il suppose qu'on l'observe pour un changement d'état où le volume et la pression changeraient simultanément suivant une loi donnée; mais analytiquement cela ne change en rien la question, et mes formules ont exactement le même degré de généralité que celles de M. Phillips; elles n'en diffèrent que parce que nous ne prenons pas les mêmes variables indépendantes, et cette différence en est d'autant moins une, dans l'espèce, qu'avec la forme que j'ai donnée à l'ensemble des deux principes de la Théorie mécanique de la chaleur, on peut passer d'un système de variables à tout autre en quelque sorte à simple vue.

» Je suis extrêmement heureux de la circonstance qui fait qu'un savant comme M. Phillips se rencontre avec moi, surtout sur ce terrain qu'il a exploité avec un succès que nul n'ignore. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermochimique de quelques dérivés du phénol.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« En poursuivant les recherches que j'ai entreprises dans le but de préciser l'influence produite au point de vue thermochimique par l'introduction d'éléments électronégatifs ou de groupes électropositifs ou électroné-

gatifs remplaçant un atome de H, j'ai fait l'étude de quelques dérivés du phénol.

» I. *Mononitrophénol volatil* (*ortho*) :

Substance dissoute, base dissoute, sel dissous.......	cal + 9,337
Substance solide, base dissoute, sel dissous.......	+ 3,009
Substance dissoute, base dissoute, sel solide........	+12,612
Substance solide, base dissoute, sel solide........	+ 0,284
Tout séparé de l'eau......................	+16,047

» II. *Mononitrophénol* non volatil (para). — Chaleur dégagée dans sa combinaison avec Na^2O :

» (*a*) Substance non dissoute, base et sel dissous. Réaction lente et peu nette : $+4^{cal},090$.

» (*b*) Substance dissoute (elle est beaucoup plus soluble que le nitrophénol volatil), Na^2O dissous (1 molécule en grammes dans 2 litres), sel dissous (solution de nitrophénol jusqu'à $9^{gr},100$ au litre) : $+8^{cal},927$; par voie indirecte : $+8^{cal},855$; moyenne : $+8^{cal},890$.

» (*c*) Chaleur absorbée dans la dissolution dans l'eau de 1 molécule en grammes de cette substance : $+4^{cal},837$.

» III. *Monochlorophénol* (méta : 215°). — Chaleur dégagée dans la combinaison avec Na^2O :

» (*a*) Substance non dissoute, base dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres), sel dissous : $+7^{cal},165$.

» (*b*) Substance dissoute (à peu près 7, 8 grammes au litre), base dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres), sel dissous : $+7^{cal},820$.

» (*c*) Effet thermique de la dissolution de 1 molécule en grammes de cette substance : $+0^{cal},655$.

» IV. *Dichlorophénol* (213-215 degrés). — Chaleur de combinaison avec Na^2O :

» (*a*) Substance solide, base dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres), sel dissous : $+4^{cal},773$.

» (*b*) Substance dissoute ($2^{gr},8085$ dans 1 litre), base dissoute (1 molécule en grammes dans 2 litres), sel dissous : $+9^{cal},064$.

» (*c*) Chaleur absorbée dans la dissolution de la substance (1 molécule en grammes) : $-4^{cal},291$.

» Un essai de dissolution du sel Na m'a montré qu'il se produisait dans ce cas une décomposition partielle du sel ; il y avait déplacement partiel d'une huile qui finissait par se solidifier. Cette instabilité du sel a rendu son étude impossible.

» Les résultats partiels auxquels je suis parvenu ne me permettent de

comparer les substances étudiées par moi, avec le phénol et l'acide picrique étudiés par M. Berthelot, qu'à l'état de dissolution agissant sur Na^2O dissous pour former des sels dissous. La table qui suit se rapporte à cet état :

	cal
Phénol	+ 7,400
Mononitrophénol ortho	+ 9,337
» para	+ 8,890
Monochlorophénol méta	+ 7,820
Dichlorophénol	+ 9,064
Acide picrique	+ 13,800

» En prenant dans ce tableau la différence entre les chaleurs de neutralisation de l'acide picrique (phénol trinitré) et du phénol, et en la divisant par 3, nous avons + 2^{cal},13, correspondant à l'introduction dans le phénol de AzO^2. En ajoutant ce nombre à 7^{cal},400, le nombre correspondant pour le phénol mononitré deviendrait + 9^{cal},530, valeur assez rapprochée de celle que je donne pour la modification ortho du nitrophénol, et pas très-éloignée également de celui qui correspond au mononitrophénol para. On peut conclure de là que la chaleur de combinaison des produits de substitution du phénol augmente proportionnellement au nombre de fois que le résidu AzO^2 y est introduit. Dans ces conditions, la chaleur de combinaison du dinitrophénol dissous, Na^2O dissous, sel dissous, est à peu près égale à 11^{cal},66, variant un peu d'un isomère à l'autre, de même que cela a lieu pour le phénol mononitré. Le tableau précédent démontre également que l'introduction de AzO^2 joue dans le phénol un rôle beaucoup plus grand, quant à la chaleur de combinaison de la substance avec Na^2O (à l'état de dissolution), que l'introduction de Cl. Une introduction de une fois AzO^2 correspond à peu près à celle de 2Cl sous ce rapport. Un fait analogue a déjà été constaté par moi dans l'étude thermochimique des produits de substitution de l'aniline. »

CHIMIE. — *Sur les densités de vapeur.* Note de M. L. TROOST.

« *Acide acétique, acide hypoazotique.* — Lorsque M. Cahours fit ses premières expériences sur la variabilité de la densité de vapeur de l'acide acétique et de ses homologues, on admit qu'aux environs du point d'ébullition les vapeurs de ces corps n'obéissent pas aux lois de Mariotte sur la compressibilité et de Gay-Lussac sur la dilatation des matières gazeuses.

Depuis on a trouvé que ce fait est général. On savait déjà que l'acide carbonique, l'acide sulfureux, le cyanogène se comportent comme l'acide acétique.

» Si, en effet, on prend la densité de vapeur de l'acide carbonique gazeux sous des pressions plus grandes que la pression atmosphérique et à des températures inférieures à zéro, on constate que cette densité va en diminuant au fur et à mesure qu'on élève la température et qu'on abaisse la pression. C'est un fait général, et toute explication adoptée pour expliquer ces variations dans l'acide acétique doit être applicable à tous les gaz que je viens de citer.

» En effet, la proportionnalité entre les densités et les poids équivalents sous le même volume n'est applicable qu'autant que le corps se comprime et se dilate d'après les mêmes lois que l'hydrogène qui sert de terme de comparaison.

» Pour l'acide carbonique, en particulier, M. Regnault a démontré que son coefficient de dilatation n'est égal à celui de l'hydrogène qu'autant que la température à laquelle on opère est supérieure à 200 degrés, ou que sa pression est inférieure à la pression atmosphérique.

» En appliquant à l'acide acétique le mode d'investigation qu'a adopté M. Regnault, je trouve qu'à la température de 130 degrés, en opérant sous basse pression, on obtient les résultats suivants :

Pression.	Densité de vapeur.	Densité calculée avec 4 volumes.
$59^{mm},7$	2,12	2,09
$30^{mm},6$	2,10	»

» En opérant avec l'acide hypoazotique à 27 degrés.

Pression.	Densité de vapeur.	Densité calculée avec 4 volumes
35^{mm}	1,6	1,59
16^{mm}	1,59	»

» Ces deux corps se comportent donc comme l'acide sulfureux, le cyanogène, etc., et ces résultats sont conformes à tout ce que les analogies nous permettent d'établir (1).

(1) Lorsqu'un gaz ne suit pas les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on attribue ce que l'on appelle l'*imperfection du gaz* à un travail intérieur, c'est-à-dire à une modification physique qui correspond à une perte ou à un gain de chaleur suivant le sens dans lequel se manifeste cette modification. L'hydrogène lui-même, l'air et les autres gaz réputés incoercibles

» *Soufre.* — Il n'en était pas nécessairement de même pour tous les corps.

» M. Soret a fait voir que la densité de l'ozone est égale aux $\frac{3}{2}$ de la densité de l'oxygène, résultat indépendant de la température, au moins entre certaines limites, et de la pression du mélange d'ozone et d'oxygène.

» Il s'agissait de tenir compte, dans ces comparaisons, des propriétés nouvelles découvertes pour l'oxygène et l'ozone quand on les rapproche si légitimement du soufre.

» Si la densité du soufre 6,6 (égale à 3 fois la densité théorique) se maintient à très-basse pression, il est incontestable que le soufre à 440 degrés est comparable à l'ozone et non à l'acide carbonique. Car nous savons que le soufre à haute température acquiert peu à peu une densité égale à 2,2; et à cette température, voisine de 860 degrés, il acquiert aussi la même dilatabilité et la même compressibilité que l'hydrogène.

» Or, j'ai trouvé pour le soufre à 440 degrés :

Pression.	Densité de vapeur.
104^{mm}	6,7
60	6,3

» La vapeur de soufre se comporterait donc comme l'ozone, dont la densité est indépendante de la pression et dont la transformation en oxygène s'effectue peu à peu au fur et à mesure qu'on élève sa température. C'est, il m'a semblé, l'analogie la plus prochaine qu'on puisse invoquer pour rapprocher des faits de cette nature.

» *Hydrate de chloral.* — J'ai répété mes expériences relatives à l'état physique de l'hydrate de chloral en vapeur à la température de 78 degrés, et j'ai obtenu les mêmes résultats, à la condition, que j'ai toujours remplie, d'opérer sous une pression dépassant à peine la moitié de la tension maximum de la vapeur d'hydrate de chloral à cette température.

» Si l'on opère à une pression dépassant notablement cette limite, les phénomènes sont plus complexes; il se produit une décomposition : l'oxalate devient acide à sa surface, il contient du chlorure de potassium; la décomposition est manifestée, quand l'expérience se prolonge, par une

deviennent, d'après les belles expériences de M. Cailletet sur la loi de Mariotte à très-haute pression, des gaz très-imparfaits. Ils sont donc aussi, dans certaines circonstances, comparables à l'acide carbonique, l'acide sulfureux, etc., et à l'acide acétique. Toute explication chimique des phénomènes relatifs à la variation de leur densité de vapeur devrait donc s'appliquer à tous les gaz connus.

coloration de l'oxalate facile à constater, surtout lorsqu'on opère à 100 degrés. Rien de pareil ne paraît se produire dans les expériences faites sous basse pression.

» Toutes les fois qu'une réaction se manifeste entre l'oxalate et le chloral, ma méthode exclusivement fondée sur les lois de l'hygrométrie n'est plus applicable. Mes nouvelles expériences me permettent, comme les anciennes, de maintenir mes conclusions.

» Quant à la tension de dissociation de l'oxalate neutre de potasse à la température de 78 degrés, je l'ai également déterminée de nouveau, en opérant, pour plus de sûreté, au moyen d'un manomètre enfermé avec l'oxalate effleuri dans un tube vide et scellé à la lampe ; j'ai obtenu constamment la tension de 53 millimètres que j'avais annoncée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'allotropie métallique.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

« Les faits relatifs au cuivre, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, ne sont pas isolés. Tout porte à faire penser que par l'électrolyse des solutions métalliques, dans des conditions convenables et variant d'un métal à l'autre, on arrivera à multiplier les exemples de ce genre.

» Sans compter l'antimoine détonant de M. Gore, je puis citer, dès aujourd'hui, des expériences sur le plomb, qui établissent également l'existence d'une modification allotropique, caractérisée par une oxydabilité bien supérieure à celle du plomb ordinaire. Lorsqu'on fait passer le courant d'un élément Bunsen à travers une solution de potasse caustique, à 10 pour 100, en prenant une lame de plomb comme électrode positive et une lame de cuivre ou d'or bien polie comme électrode négative, les deux lames étant parallèles et distantes de 3 à 4 centimètres, on voit se déposer sur la lame négative, dès qu'il s'est dissous un peu de plomb dans le bain, un enduit métallique blanc bleuâtre, poli et brillant. Si, à ce moment, on sort la lame du bain et si on l'expose à l'air, après l'avoir lavée à l'eau bouillie tiède, l'enduit s'évanouit *rapidement*, en laissant réapparaître la couleur jaune du métal sous-jacent. On croirait assister à l'évaporation de la couche métallique, tandis qu'en réalité il se forme de l'oxyde jaune de plomb, ne masquant plus en couche mince la couleur du cuivre ou de l'or, et dont la présence devient sensible après dessiccation.

» Pendant l'électrolyse, il se dégage de l'hydrogène au pôle négatif, de

sorte que la proportion de plomb enlevé à la lame est supérieure à celle qui se dépose sur l'électrode négative. Lorsque la dose de plomb dissous cesse d'être très-faible, le métal qui se dépose, au lieu de former un enduit poli, prend l'aspect d'une volumineuse éponge grise, accompagnée de dendrites ou de barbes de plumes excessivement fines et molles. Cette éponge, bien lavée à l'eau bouillie et séchée dans le vide, laisse un plomb pulvérulent qui se transforme en moins d'une heure, au contact de l'air et à la température ordinaire, en oxyde jaune cristallin, ayant l'aspect du talc.

» Lorsque, par suite du développement de cette éponge, qui est extrêmement volumineuse, la distance entre les deux électrodes est notablement réduite, ou bien lorsque le bain arrive à être trop chargé de métal dissous, on voit brusquement le dépôt changer de nature et prendre l'apparence bien connue de l'arbre de Saturne (lames brillantes).

» Le cuivre allotropique, réduit en poudre sous l'eau et lavé, retient toujours quelque peu d'acétate interposé en même temps que de l'oxyde. Les échantillons les plus purs, séchés dans le vide, dégagent, lorsqu'on les chauffe dans un gaz inerte à 450 degrés, 0,5 à 0,3 pour 100 de vapeurs condensables, en grande partie formées d'acide acétique; le résidu perd encore par l'hydrogène environ 1 pour 100 de son poids d'oxygène. Il est donc impossible de décider, par une expérience directe, si le cuivre allotropique contient ou non de l'hydrogène occlus, non éliminable à 100 degrés. Dans tous les cas, la proportion de cet hydrogène ne dépasserait pas 0,03 pour 100, et il est difficile d'attribuer à cette dose une influence marquée sur les propriétés. L'expérience suivante résout la question en faveur d'une modification allotropique.

» Une plaque fraîche qui ne dégageait que du protoxyde d'azote mélangé d'azote, sous l'influence de l'acide azotique à 10 pour 100, a été chauffée pendant vingt-quatre heures à 100 degrés, avec de l'eau légèrement acidulée à l'acide acétique, dans un tube scellé. Après refroidissement, on n'a constaté *aucune* augmentation de pression; le cuivre traité par l'acide nitrique faible a fourni du bioxyde d'azote mêlé de 10 pour 100 au plus de protoxyde.

» Avec l'eau seule, la transformation s'effectue également, mais elle est ou plus lente ou incomplète. Après vingt-quatre heures de chauffage à 100 degrés le cuivre donnait $\frac{2}{3}$ de bioxyde et $\frac{1}{3}$ de protoxyde; tandis que chauffé à 150 degrés, après 24 heures, il fournissait $\frac{3}{4}$ de bioxyde et $\frac{1}{4}$ de protoxyde. Il est probable qu'il s'établit un équilibre, pour chaque condi-

tion, entre les deux variétés de cuivre, comme dans les transformations en général. Cette question sera reprise à ce point de vue.

» Le sous-oxyde de cuivre traité à froid, en poudre fine, par l'acide azotique à 10 pour 100, se comporte comme un mélange de cuivre et de bioxyde

$$Cu^2O = Cu + CuO.$$

Il se dissout du nitrate cuivrique sans dégagement aucun de gaz, et il reste un cuivre très-divisé qui n'est pas attaqué par l'acide azotique dilué à la température ordinaire, et offre par conséquent des propriétés directement inverses de celles du cuivre d'électrolyse de l'acétate. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons réciproques des sesquisulfates métalliques.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« Les persulfates sont susceptibles de se combiner purement et simplement pour donner des sels de la formule générale $M^2(SO^4)^3$, $N^2(CO^4)^3$, et la combinaison ainsi obtenue peut à son tour fixer de l'acide sulfurique pour donner des composés acides plus complexes que je vais énumérer :

» 1° *Sulfate double de sesquioxydes de fer et d'aluminium.* — Ce sel se prépare en dissolvant dans le moins d'eau possible, à chaud, 2 molécules de sulfate ferreux et 1 molécule de chlorure d'aluminium; on ajoute de l'acide azotique pour peroxyder le fer, et finalement un grand excès d'acide sulfurique concentré, puis on chauffe. Vers 200 degrés, il se dépose un sable cristallin qu'on sépare, par décantation, de l'acide sulfurique encore chaud, puis qu'on lave sur un entonnoir avec de l'acide acétique glacial en employant la trompe. Après dessiccation au bain d'huile à 120 degrés, le nouveau composé se présente en lamelles microscopiques hexagonales, répondant à la formule $Al^2(SO^4)^6Fe^2, SO^4H^2$ ou, en notation équivalente, $Al^2O^3, 3SO^3Fe^2O^3, S^2O^6H^2O^2$. Chauffé au rouge sombre, il perd de l'acide sulfurique et laisse le sel $Fe^2(SO^4)^6Al^2$ blanc, cristallin et insoluble dans l'eau. Ces sels ont été caractérisés par la perte en poids d'acide sulfurique au rouge sombre, par le dosage du fer et la détermination du résidu d'oxydes après calcination.

» 2° *Sulfate double de sesquioxydes de fer et de chrome.* — On opère comme précédemment en employant 2 molécules de sulfate ferreux et 2 molécules d'acide chromique. Le précipité cristallin jaunâtre a pour formule $Fe^2(SO^4)^6Cr^2, SO^4H^2$ ou $Fe^2O^3, 3SO^3, Cr^2O^3, 3SO^3, S^2O^6H^2O^2$. Il

est insoluble dans l'eau et laisse par calcination 35,2 pour 100 d'oxydes (calculé 35,3). Au rouge sombre il perd 11,2 pour 100 d'acide sulfurique et laisse le sel $Fe^2(SO^4)^6Cr^2$, très-stable et insoluble.

» 3° *Sulfate double de sesquioxydes d'aluminium et de chrome.* — S'obtient comme le précédent en traitant, par un excès d'acide sulfurique, 1 molécule de chlorure d'aluminium pur et 2 molécules d'acide chromique. Le sel formé a pour formule

$$Al^2(SO^4)^6Cr^2, SO^4H^2 \quad \text{ou} \quad Al^2O^3, 3SO^3Cr^2O^3, 3SO^3, S^2O^6H^2O^2.$$

C'est un précipité cristallin, vert pâle, insoluble dans l'eau et perdant au rouge sombre 11,6 pour 100 d'acide sulfurique pour se transformer en $Al^2(SO^4)^6Cr^2$. Ce dernier laisse à la calcination 34,5 pour 100 d'oxydes (théorie 34,7).

» 4° *Sulfate double de sesquioxydes d'aluminium et de manganèse.* — J'ai pu faire entrer le sesquisulfate de manganèse dans ces combinaisons; mais, comme on ne peut se procurer ce sel, j'ai dû recourir à un artifice particulier. On traite, comme précédemment, 2 molécules de sulfate manganeux et une molécule de sulfate d'aluminium, puis on porte le liquide à 250 degrés environ : à ce moment on verse par petites portions dans la capsule, où se fait la réaction, un mélange, à volumes égaux, d'acides sulfurique et azotique en présence de l'acide azotique. A cette température le manganèse se peroxyde, il se dégage des vapeurs nitreuses, et la liqueur, primitivement incolore, devient violacée et précipite bientôt, en continuant à chauffer, un sable cristallin d'un beau bleu, qu'on purifie comme il est dit plus haut. Ce nouveau corps a pour formule

$$2[Al^2(SO^4)^3], Mn^2(SO^4)^3 \quad \text{ou} \quad 2[Al^2O^3, 3SO^3], Mn^2O^3 3SO^3.$$

Il est bleu de cobalt et insoluble dans l'eau, qui ne l'altère qu'à la longue. Chauffé avec de l'acide chlorhydrique étendu, il se dissout, en mettant du chlore en liberté : oxydes = 32,7, manganèse 10,3 (théorie 33,0 et 10,1).

» 5° *Sulfate double de manganèse et de fer.* — On remplace dans la préparation précédente le chlorure d'aluminium par 2 molécules de sulfate de fer. Vers 160 degrés il se dépose un sel jaune clair, bien cristallisé. On continue à chauffer et l'on verse du mélange d'acides sulfurique et azotique jusqu'à ce que le sel jaune soit devenu vert foncé par oxydation. Pendant ce temps la température s'élève et des vapeurs nitreuses se dégagent.

» Si, dans une préparation spéciale, on isole le sel jaune formé à 160 de-

grés, on obtient un corps bien cristallisé, visible à la loupe et auquel l'analyse assigne la formule

$$Fe^2(SO^4)^3, 2SO^4Mn, 3SO^4H^2 \quad \text{ou} \quad Fe^2O^2, 3SO^3 2MnOSO^3, 3(S^2O^6H^2O^2)$$

en notation équivalente.

» Ce sel n'est pas encore peroxydé, car il ne dégage pas de chlore par l'action de l'acide chlorhydrique. Il est soluble dans l'eau. Chauffé à 180 degrés, il perd $2SO^4H^2$, devient jaune plus foncé, et insoluble dans l'eau froide; il possède alors la composition

$$Fe^2(SO^4)^3 2SO^4Mn, SO^4H^2.$$

» Le sel vert obtenu dans l'acide sulfurique par oxydation du précipité jaune obtenu d'abord a pour formule, d'après son analyse,

$$Fe^2(SO^4)^6Mn^2 \quad \text{ou} \quad Fe^2O^3, 3SO^3, Mn^2O^3 3SO^3.$$

Ce corps apparaît sous le microscope en cristaux agglomérés, parfaitement homogènes. Il est vert foncé, insoluble dans l'eau froide; l'eau bouillante l'altère et du peroxyde de manganèse se dépose. Il décompose l'acide chlorhydrique en fournissant du chlore. Fer dosé 14,1; manganèse 13,8 (théorie 14,0 et 13,7).

» Le mécanisme de formation du sel vert, qui a pu être observé ici, est donc représenté par les équations

$$Fe^2(SO^4)^3, 2SO^4Mn, 3SO^4H^2 - 2SO^4H^2 = Fe^2(SO^4)^3 2SO^4Mn, SO^4H^2$$

et

$$Fe^2(SO^4),^3 2SO^4Mn, SO^4H^2 + O = H^2O + \underbrace{Fe^2(SO^4)^6Mn^2}_{\text{Sel vert}}.$$

» 6° *Sulfate de sesquioxydes de manganèse et de chrome.* — Remplace-t-on dans la préparation précédente le sel ferrique par 2 molécules d'acide chromique, on obtient un précipité cristallin vert jaune foncé, répondant à la formule $Cr^2(SO^4)^6Mn^2$ ou $Cr^2O^3, 3SO^3, Mn^2O^3 3SO^3$, qui, comme les sels manganiques précédents, décompose l'acide chlorhydrique, en dégageant du chlore. Si, avant que la liqueur sulfurique ne dépose ce sel, on la laisse refroidir, on obtient des cristaux bruns en lamelles ayant pour formule : $Cr^2(SO^4)^6Mn^2, 2SO^4H^2$. Ce sel est soluble dans l'eau avec dé-

composition; il est même un peu déliquescent. Avec HCl il met du chlore en liberté. Chauffé à l'air, il se réduit et donne une poudre verte $Cr^2(SO^4)^3, 3SO^4Mn$ et enfin un sel basique blanc.

» J'ai déjà obtenu un certain nombre de sulfates mixtes, appartenant à d'autres types, composés dont je poursuis l'étude au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons du platine.* Note de M. D. COCHIN.

« I. On sait que le chlorure phosphoplatinique ($PtCl^2.PhCl^3$) peut fixer une seconde molécule de sous-chlorure de phosphore et se transformer en chlorure diphosphoplatinique [$PtCl^2.2(PhCl^3)$].

» J'ai essayé la réaction inverse et j'ai obtenu la combinaison du chlorure phosphoplatinique avec le sous-chlorure de platine. Ce corps, qui peut être appelé *chlorure diplatinophosphorique*, répond à la formule

$$PhCl^3.2(PtCl^2).$$

» Il se prépare simplement par l'addition, en proportions équivalentes, du sous-chlorure de platine sec au chlorure diphosphoplatinique en fusion. On observe une notable augmentation de température. La masse s'épaissit et devient presque compacte à la fin de l'opération.

» Cette réaction est conforme à la loi des proportions multiples : le sous-chlorure de platine s'unit au sous-chlorure de phosphore dans les rapports de 1 à 1, de 1 à 2; enfin, dans le cas ci-dessus constaté, de 2 à 1.

» Elle reçoit également de la théorie atomique une explication satisfaisante. Dans le chlorure diphosphoplatinique

$$PtCl^2 \begin{cases} PhCl^3 \\ | \\ PhCl^3 \end{cases}$$

comme dans notre chlorure diplatinophosphorique

$$\begin{matrix} PtCl^2 \\ | \\ PtCl^2 \end{matrix} \Big\rangle PhCl^3$$

un groupe diatomique réagit sur un autre groupe, qui serait tétratomique si deux de ses atomicités ne s'étaient mutuellement annulées.

» Le chlorure diplatinophosphorique se dissout dans l'alcool, en formant un éther, d'après l'équation

$$2(PtCl^2)PhCl^3 + 3[C^2H^5(OH)] = 3HCl + 2(PtCl^2)Ph(OC^2H^5)^3.$$

» La solution, légèrement chauffée et filtrée pour séparer des traces de platine non combiné, est rouge foncé. Avec l'eau et l'éther ordinaire, elle ne donne aucun précipité. Mais, sous l'influence des ammoniaques composées, aniline et toluidine, on observe un dédoublement. Le mélange, chauffé au bain-marie, dépose, en se refroidissant, de petits cristaux jaunâtres ou verdâtres qui tombent au fond du ballon. La liqueur, débarrassée de ce premier corps insoluble dans l'alcool, fournit par l'eau un précipité cristallin abondant. Ce précipité n'est autre que l'éther phosphoplatinique combiné à l'aniline, ou à la toluidine, ayant pour formule

$$Pt(C^6H^6Az)^2.Ph(OC^2H^5)^3, 2HCl$$

avec l'aniline, ou

$$Pt(C^7H^8Az^2).Ph(OC^2H^5)^3, 2HCl$$

avec la toluidine.

» Ces deux chlorhydrates ont été signalés et étudiés par M. Schützenberger.

» Quant au premier précipité cristallin ci-dessus mentionné, il est exempt de phosphore; il contient du platine, du carbone, de l'hydrogène, du chlore et de l'azote en proportions [1] qui permettent d'établir les formules suivantes :

Échantillon A	$PtCl^2 2(C^6H^7Az)$
Échantillon B	$PtCl^2 2(C^7H^9Az)$

» Ces formules représentent des combinaisons de sous-chlorures de platine et d'aniline ou de toluidine, analogues au sel vert de Magnus.

» II. J'ai essayé de combiner l'aniline et la toluidine à l'éther diphosphoplatinique éthylique et à l'éther diphosphoplatinique méthylique.

---

(1) Dosage du composé A pour 100 :

Platine	41
Carbone	31
Hydrogène	3,1
Chlore	15

» J'ai imité en cela les expériences de M. Schützenberger, qui avait déjà opéré ces réactions avec les éthers phosphoplatiniques simples.

» J'ai obtenu ainsi quatre corps cristallisés, dont les formules suivent :

N° 1. — *Éther diphosphoplatinique éthylique et aniline.*

$$\left.\mathrm{Pt}(\mathrm{C^6H^6Az})^2\begin{matrix}\diagup \mathrm{Ph}(\mathrm{OC^2H^5})^3 \\ | \\ \diagdown \mathrm{Ph}(\mathrm{OC^2H^5})^3\end{matrix}\right\} 2\mathrm{HCl}.$$

N° 2. — *Éther diphosphoplatinique éthylique et toluidine.*

$$\left.\mathrm{Pt}(\mathrm{C^7H^8Az})^2\begin{matrix}\diagup \mathrm{Ph}(\mathrm{OC^2H^5})^3 \\ | \\ \diagdown \mathrm{Ph}(\mathrm{OC^2H^5})^3\end{matrix}\right\} 2\mathrm{HCl}.$$

N° 3. — *Éther diphosphoplatinique méthylique et aniline.*

$$\left.\mathrm{Pt}(\mathrm{C^6H^6Az})^2\begin{matrix}\diagup \mathrm{Ph}(\mathrm{OCH^3})^3 \\ | \\ \diagdown \mathrm{Ph}(\mathrm{OCH^3})^3\end{matrix}\right\} 2\mathrm{HCl}.$$

N° 4. — *Éther diphosphoplatinique méthylique et toluidine.*

$$\left.\mathrm{Pt}(\mathrm{C^7H^8Az})^2\begin{matrix}\diagup \mathrm{Ph}(\mathrm{OCH^3})^3 \\ | \\ \diagdown \mathrm{Ph}(\mathrm{OCH^3})^3\end{matrix}\right\} 2\mathrm{HCl}$$ (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'arsenic en volumes.* Note de MM. **A. Millot** et **Maquenne**, présentée par M. Wurtz.

« La forme sous laquelle on dose le plus souvent l'arsenic, lorsqu'il est isolé, est l'arséniate ammoniaco-magnésien; il est rare que la précipitation soit complète, même en présence d'un grand excès de magnésie, et nous avons souvent observé que l'acide sulfhydrique produit dans la liqueur filtrée, concentrée, rendue acide, un léger trouble jaune de sulfure d'arsenic. De plus, on ne peut calciner le précipité, et il faut le peser avec son filtre.

» Nous avons remplacé cette méthode de dosage par le procédé volumétrique, employé maintenant dans tous les laboratoires pour doser l'acide phosphorique. On sait que, dans une liqueur neutre ou légèrement acétique, l'acide arsénique est complétement précipité, à l'ébullition, par l'acétate d'urane. Si ce réactif est versé goutte à goutte, on est averti que la précipitation est complète, par la teinte brune que prend une goutte du

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collége de France.

liquide lorsqu'on la met en contact d'une goutte de ferrocyanure de potassium, déposée sur une plaque de porcelaine; et si la liqueur d'urane a été titrée avec une dissolution connue d'acide arsénique pur, on pourra conclure du volume employé la teneur en arsenic du liquide analysé. Dans tous les essais de vérification, nous avons retrouvé exactement la quantité d'acide arsénique que nous avions introduit. Cette méthode est donc exacte autant que rapide.

» A cause de l'équivalent élevé de l'acide arsénique, il est nécessaire d'employer une liqueur d'urane plus étendue que pour l'acide phosphorique : nous nous servons d'une dissolution contenant, par litre, 20 grammes d'acétate d'urane. Elle précipite environ 5 milligrammes d'acide arsénique par centimètre cube. Les liqueurs d'acétate de soude et de ferrocyanure sont les mêmes que celles que l'on emploie pour le dosage de l'acide phosphorique. Le ferrocyanure doit avoir été dissous récemment, pour que la liqueur soit sensiblement incolore.

» Ce procédé exige que l'acide arsénique soit complétement séparé de toutes les bases avec lesquelles il pourrait donner des combinaisons insolubles dans l'acide acétique faible. On y arrive facilement, en décomposant par l'acide nitrique pur et fumant l'hydrogène arsénié que produit la matière dans l'appareil de Marsh. Après deux heures, la volatilisation de l'arsenic est généralement complète. On s'en assure en enflammant le gaz qui s'échappe de l'appareil. Il suffit alors d'évaporer à sec le liquide qui contient tout l'arsenic au maximum d'oxydation, de redissoudre, d'ajouter 10 centimètres cubes d'acétate de soude et de titrer par l'urane.

» Si l'arsenic était mélangé d'antimoine, ce dernier se déposerait pendant l'évaporation et ne gênerait en rien le dosage.

» Cette méthode de séparation et de dosage est absolument générale, et nous l'avons appliquée avec avantage à l'analyse des eaux minérales. Si l'on a affaire à des eaux riches en arsenic, comme celles de la Bourboule, il suffit d'évaporer 2 litres de liquide pour chaque titrage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les acides nitrogénés dérivés des acétones.* Note de M. G. CHANCEL, présentée par M. Wurtz. (Extrait par l'auteur.)

« En 1844, j'ai obtenu, par l'action de l'acide nitrique sur la butyrone, un acide particulier, l'acide *butyronitrique* (¹), remarquable par ses pro-

(¹) *Comptes rendus,* t. XVIII, p. 1023, et t. XXI, p. 908 ; *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, p. 146.

priétés et par la beauté de ses dérivés métalliques. Plus tard, en 1847, de nouvelles analyses, faites avec la collaboration de Laurent, nous conduisirent à considérer ce corps comme étant l'acide métacétonitrique ou *nitropropionique* (1). Mais, à cette époque, nous n'avions à notre disposition qu'une quantité fort minime de butyrone, et il nous fut impossible de contrôler suffisamment la composition de cette substance. Quant à moi, j'ai toujours conservé des doutes sur la vraie nature de l'acide qui prend naissance dans ces circonstances, et, malgré la confirmation apparente de nos formules par M. Kurtz (2) et par M. E. Schmidt (3), j'ai tenu à me livrer sur ce sujet aux nouvelles recherches dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie.

» L'expérience m'a appris que l'acide azoté fourni par la butyrone, dans les circonstances que je viens d'indiquer, n'est pas de l'acide nitropropionique, dont il ne possède ni la composition ni les propriétés. Mais, comme il se rattache à l'acide propionique lui-même, par des liens de parenté incontestables, je le désignerai sous le nom d'acide *propylnitreux*, afin de rappeler à la fois sa constitution, ses allures générales, et surtout son mode caractéristique de dédoublement.

» Les analyses très-concordantes de l'acide libre et de ses sels démontrent que la composition de ces corps est rigoureusement exprimée par les formules suivantes (4) :

$C^3H^5Az^2O^4,H$	$C^3H^5Az^2O^4,H^4Az$	$C^3H^5Az^2O^4,K$	$C^3H^5Az^2O^4,Ag$
Acide propylnitreux.	Sel d'ammonium.	Sel de potassium.	Sel d'argent.

» On voit que ces formules sont précisément celles du *dinotropropane* et de ses dérivés, que M. ter Meer (5) a obtenus à l'aide des élégantes méthodes de synthèse de M. Victor Meyer. Bien que je n'aie pas eu entre les mains les éléments d'une comparaison directe, il ne me reste aucun doute sur l'absolue identité de ces corps, identité qui se poursuit dans les moin-

(1) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 883.
(2) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CLXI, p. 205.
(3) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 600.
(4) Mon Mémoire contiendra tous les documents analytiques qui ne sauraient trouver place dans cet extrait.
(5) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1875, p. 793 et 1080; *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CLXXXI, p. 1.

dres détails, et qu'il est facile de constater grâce aux descriptions nettes et correctes que M. ter Meer a consignées dans son Mémoire.

» M. Victor Meyer et M. ter Meer expriment la constitution de cet acide par la formule

$$CH^3\text{-}CH^2 - C \begin{cases} \diagup AzO^2 \\ - AzO^2 \\ \diagdown H \end{cases}$$

» A ce sujet je ferai remarquer que la présence de deux groupes AzO^2, directement liés au carbone par leur azote, se concilie difficilement avec les propriétés qui caractérisent ce composé. Il me paraît plus probable que l'on a affaire ici, comme je l'admets, à un dérivé nitreux contenant les résidus O, AzO de l'acide nitreux, ou un groupement complexe et diatomique de même nature, en substitution à 2 atomes d'hydrogène de l'hydrure de propyle. Il est vrai que M. Victor Meyer a mis hors de doute l'existence du groupe AzO^2 dans le nitropropane monobromé qui a servi de base aux synthèses de M. ter Meer. Mais n'est-il pas vraisemblable que la potasse en solution alcoolique, dont l'action sur un grand nombre de corps nitrés est si marquée, donne lieu dans ce cas à une transposition moléculaire ayant précisément pour effet de convertir le groupe AzO^2 en résidu nitreux? Il y a évidemment là des conditions de milieu dont il faut tenir compte, et sur lesquelles je prends la liberté d'appeler l'attention du savant chimiste de Zurich.

» La constitution que j'attribue à cet acide explique de la façon la plus naturelle toutes ses réactions. Ainsi, de même que le nitrite d'ammonium, et plus facilement encore, le propylnitrite de cette base se décompose en dégageant de l'azote pur. Sous l'influence des réducteurs (étain et acide chlorhydrique ou amalgame de sodium avec addition d'acide sulfurique), l'acide propylnitreux se transforme en acide propionique et en hydroxylamine (¹) :

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ C \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} O \\ O \\ H \end{matrix} \right. \begin{bmatrix} AzO \\ AzO \end{bmatrix}}_{\text{Acide propylnitreux.}} + \underbrace{\begin{bmatrix} H^3 \\ H^3 \end{bmatrix}}_{\text{Hydrogène.}} = \underbrace{\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO,OH \end{matrix}}_{\text{Acide propionique.}} + 2 \underbrace{\left[Az \left\{ \begin{matrix} OH \\ H \\ H \end{matrix} \right. \right]}_{\text{Hydroxylamine.}}$$

(¹) M. Limpricht a récemment fait connaître un procédé de dosage du groupe AzO^2 dans les corps nitrés, fondé sur leur réduction par le protochlorure d'étain (*Berichte der*

» Enfin, distillé avec de l'acide sulfurique très-étendu, cet acide se dédouble intégralement en acide propionique et en bioxyde d'azote. Du reste, l'acide pur, quand on le distille, émet lui-même du bioxyde d'azote, et la décomposition partielle qu'il éprouve dans ces circonstances doit nécessairement abaisser son point d'ébullition (188°,5 observé, 191°,9 corrigé).

» Les autres acétones se comportent avec l'acide nitrique comme la butyrone et fournissent les homologues de l'acide propylnitreux; le mode de formation de ces composés, par cette voie, est donc général.

» Ainsi la *propione*, C^2H^5-CO-C^2H^5, traitée par l'acide nitrique, donne l'acide *éthylnitreux*, $C^2H^4Az^2O^4$, qui possède la composition et toutes les propriétés du *dinitro-éthane* de M. ter Meer; j'ai constaté que son sel de potassium, qui est d'un beau jaune, présentait la particularité de se colorer en rouge à la lumière et de reprendre sa couleur primitive dans l'obscurité.

» L'action de l'acide nitrique sur l'acétone ordinaire est des plus violentes et difficile à maîtriser. Après bien des tentatives infructueuses, je suis cependant parvenu à obtenir le premier terme de la série, l'acide méthylnitreux, $CH^2Az^2O^4$, sous la forme d'un liquide dense, insoluble dans l'eau. Ce nouveau corps, d'ailleurs fort instable, ne fonctionne pas, ainsi que je m'y attendais, comme acide bibasique. L'analyse démontre, en effet, que le sel d'argent, cristallisé en lamelles d'un jaune verdâtre, a pour composition $CHAz^2O^4$, Ag (Ag pour 100, calculé: 50,70, trouvé: 50,4).

» Avec les acétones mixtes, les résidus nitreux paraissent se fixer de préférence sur le radical alcoolique le plus élevé. Ainsi la méthylpropylacétone, CH^3-CO-C^3H^7, donne, comme la butyrone, de l'acide propylnitreux. Il en est encore de même pour la *méthylpélargonylacétone* (essence de rue), CH^3-CO-C^9H^{19}; car il est évident que l'acide azoté obtenu en 1852 par M. Chiozza [1], et que ce chimiste a considéré comme une combinaison d'acide pélargonique et de bioxyde d'azote, n'est autre chose que l'acide *nonyl* ou *pélargonylnitreux*.

» Je poursuis cette étude et je serai sous peu en mesure de donner de nouveaux détails sur ces composés. »

---

deutschen chemischen Gesellschaft, 1878, p. 35 et 40). L'expérience démontre, comme il était d'ailleurs facile de le prévoir, que l'acide propylnitreux, bien que contenant les éléments de deux groupes nitrés, ne consomme dans ces circonstances que la quantité de protochlorure qui correspond rigoureusement à un seul groupe. C'est là une particularité à laquelle on devra avoir égard dans l'application de cette méthode d'analyse.

[1] *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 797.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la monochloréthylacétamide*. Note de MM. **T.-H. Norton** et **J. Tcherniak**, présentée par M. Wurtz.

« Il y a un an, l'un de nous a démontré que la dichloréthylamine de M. Wurtz se distinguait de la plupart des composés chlorés par la place particulière que le chlore occupe dans cette combinaison. L'action du zinc-éthyle, qui transforme la dichloréthylamine en triéthylamine, prouva que les deux atomes de chlore étaient reliés directement à l'azote et que la dichloréthylamine était pour ainsi dire un dérivé éthylé du chlorure d'azote ([1]).

» Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'élargir le cercle des composés azotochlorés et surtout de réaliser la synthèse d'un corps monochloré appartenant à la même catégorie, et c'est dans cette intention que nous avons entrepris d'étudier l'action des halogènes sur l'éthylacétamide. Cette étude ne nous a pas donné des résultats aussi nets qu'on eût pu le désirer; nous n'hésitons cependant pas à les faire connaître, car ils mettent hors de doute l'existence des corps monosubstitués dans lesquels l'azote fixe directement un atome de chlore ou de brome.

» L'éthylacétamide qui nous a servi pour nos expériences a été préparé en abandonnant pendant deux semaines un mélange d'éther acétique et d'éthylamine (en solution aqueuse de 33 pour 100), et en soumettant ensuite le mélange à la distillation fractionnée. On obtient ainsi près de 85 pour 100 de la théorie en éthylacétamide pure.

» L'action du chlore sec sur l'éthylacétamide est très-violente; le liquide s'échauffe rapidement, s'épaissit, et il devient bientôt impossible de modérer la réaction; mais, si l'on entoure le liquide d'un mélange refrigérant, on peut lui faire absorber une molécule de chlore et même au delà, si l'on a soin de ne pas faire arriver le chlore trop vite, ce qui pourrait amener des explosions. Il ne se dégage pas d'acide chlorhydrique pendant toute la durée de l'opération. On fait bien de n'opérer qu'avec des quantités ne dépassant pas 50 grammes à la fois et de peser de temps en temps le flacon. On arrête l'opération lorsque le poids s'est accru de la quantité théorique d'une molécule de chlore pour une molécule d'éthylacétamide. Le produit de la réaction est un liquide vert, doué d'une forte odeur de chlore, soluble dans l'eau, qui en dégage une petite quantité de chlore.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 459.

» Nous avons dissous ce liquide dans de l'eau glacée et nous y avons ajouté par petites quantités du carbonate de potassium. De l'acide carbonique se dégage en torrents, et, après saturation complète par le carbonate potassique, une couche huileuse incolore s'élève et vient surnager en abondance sur la solution saline.

» Cette couche huileuse a été séparée et séchée par le carbonate de potassium, puis soumise immédiatement à l'analyse. On y a trouvé 23,77 pour 100 de chlore. La formule $Az\begin{cases}C^2H^3O\\C^2H^5\\Cl\end{cases}$ demande 29,21. En supposant que le liquide analysé était un mélange d'éthylacétamide et de monochloréthylacétamide, supposition bien autorisée par le mode de formation et l'étude ultérieure à laquelle nous avons soumis ce produit, on voit qu'il contient 81,37 pour 100 du corps azochloré $Az\begin{cases}C H^{23}O\\C^2H^5\\Cl.\end{cases}$

» Il est très-difficile d'obtenir de la monochloréthylacétamide pure par suite de sa grande altérabilité et l'absence de caractères distinctifs qui permettraient de la séparer de l'éthylacétamide. N'étant pas non plus distillable sans décomposition, il n'est pas possible de recourir à ce moyen de purification. Nous avons réussi cependant à obtenir un produit plus riche en chlore et par conséquent plus pur, en dissolvant le liquide dans un peu d'eau additionnée d'acide sulfurique dilué et en ajoutant ensuite avec de l'éther. La solution éthérée, séchée par du carbonate de potassium et évaporée au bain-marie, a abandonné un résidu qui renfermait 26,14 pour 100 de chlore, ce qui correspond à une teneur de 90 pour 100 en monochloréthylacétamide.

» La monochloréthylacétamide préparée récemment forme un liquide assez fluide, neutre au papier, doué d'une odeur irritante et légèrement camphrée. Elle est soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther. Le carbonate de potassium la sépare de sa solution aqueuse. Elle n'est pas distillable sans décomposition. Abandonnée à elle-même pendant quelques jours, elle s'altère complétement ; le liquide devient très-épais, sirupeux, et il renferme alors une grande quantité d'acide chlorhydrique, de l'éthylacétamide et des produits condensés. La soude la décompose à l'ébullition avec production de chloroforme, de dichloréthylamine, d'éthylcarbylamine et d'un peu d'éthylamine.

» L'action du brome sur l'éthylacétamide fournit des produits analogues

aux dérivés chlorés. Le brome se dissout dans l'éthylacétamide sans dégagement sensible de chaleur; mais, lorsqu'on chauffe au bain-marie un mélange d'éthylacétamide et d'une solution de brome dans le bromure de potassium, il se dépose une huile lourde, colorée en rouge, évidemment un produit d'addition, très-peu stable, se dissociant déjà à la température ordinaire. Le carbonate de potassium en solution aqueuse décompose ce produit avec production d'une huile jaunâtre, un mélange d'éthylacétamide et de monobrométhylacétamide. Cette dernière est en tous points analogue au corps chloré. Elle se distingue seulement par sa densité qui est beaucoup supérieure; elle tombe au fond d'une solution moyennement concentrée de carbonate de potassium. Les analyses ont donné des résultats semblables à ceux obtenus pour la monochloracétamide.

» Une étude approfondie montrera le parti qu'on pourra tirer de ces combinaisons singulières pour l'exécution de travaux synthétiques. En attendant, nous avons cru devoir porter les faits que nous venons d'observer à la connaissance de l'Académie, croyant que l'existence seule de ces corps particuliers était digne d'être signalée ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyanure d'éthylène*. Note de MM. **Milan Nevolé** et **J. Tcherniak**, présentée par M. Wurtz.

« On connaît la remarquable synthèse au moyen de laquelle M. Maxwell Simpson a réussi à transformer le bromure d'éthylène successivement en cyanure d'éthylène et en acide succinique. La séparation et la purification de l'acide succinique n'offrent aucune difficulté, mais il en est bien autrement avec le cyanure d'éthylène. Après une suite d'opérations, longues et difficiles à exécuter, M. Simpson n'est cependant pas parvenu à préparer le cyanure d'éthylène parfaitement pur. Voici d'ailleurs comment il décrit ce corps: le cyanure d'éthylène est une substance solide et *cristalline* colorée légèrement en brun; il fond à 37 degrés et il n'est pas distillable sans décomposition [1].

» Nous avons réussi à faciliter notablement la préparation du cyanure d'éthylène et à l'obtenir parfaitement pur en opérant de la manière suivante:

» 150 grammes de bromure d'éthylène ont été renfermés dans un matras

---

(1) *Proceedings of the royal Soc.*, t. XI, p. 190.

avec 117 grammes de cyanure de potassium (à 90 pour 100) et la quantité d'alcool nécessaire pour former une bouillie assez fluide. On fait bien d'ajouter au mélange une quantité assez considérable de débris de porcelaine pour l'empêcher de se prendre en masse. Le matras est chauffé au bain-marie pendant vingt heures, en ayant soin d'agiter de temps en temps. Au bout de ce temps on réunit le contenu de plusieurs matras dans un ballon capable de résister au vide et l'on distille dans le vide, dans un bain d'huile. Aussitôt que le produit de la distillation commence à se solidifier, on change de récipient. Il passe alors sous une pression de 4 à 5 millimètres, entre 140 et 160 degrés, une huile incolore qui ne tarde pas à se prendre en masse solide, d'une blancheur parfaite. On n'a qu'à la dissoudre dans de l'eau pour la débarrasser du peu de bromure d'éthylène qu'elle renferme et à évaporer la solution aqueuse pour obtenir le cyanure d'éthylène à l'état de pureté parfaite [1], comme le démontrent les analyses suivantes :

» 0,2432 grammes de substance ont donné à la combustion 0,5367 CO^2 et 0,1163 H^2O.

» 0,2580 grammes de substance ont donné par la méthode de Dumas 77 centimètres cubes d'azote, à 10 degrés et sous la pression de 750 millimètres.

	Théorie.		Trouvé.	
C^4	48	60	60,18	»
H^4	8	5	5,31	»
Az^2	28	35	»	35,27

» Le cyanure d'éthylène pur présente une masse parfaitement blanche et brillante, *complétement amorphe*. Il fond à 54°,5 et se solidifie de nouveau à 53 degrés. Il est très-soluble dans l'eau, l'alcool et le chloroforme, peu soluble dans le sulfure de carbone.

» Nous avons préparé le cyanure d'éthylène dans l'intention de transformer ce corps par réduction en butylène-diamine normale et de passer ensuite de la diamine formée au glycol correspondant, en la traitant par l'acide azoteux. Mais, malheureusement, il nous a été impossible d'obtenir des quantités appréciables de la diamine cherchée, malgré les assertions émises si positivement par M. Fairley, qui prétend avoir obtenu la butylène-diamine en réduisant le cyanure d'éthylène par l'étain et l'acide chlorhydrique [2].

---

(1) 600 grammes de bromure d'éthylène, distribués dans quatre matras, nous ont donné 60 grammes de ce produit au lieu de 255 (chiffre indiqué par la théorie).

(2) *Journ. of the chem. Soc.*, t. XVIII, p. 363.

» Vu l'intérêt que présenterait la synthèse de la butylène-diamine normale, nous comptons revenir bientôt sur ce sujet, en soumettant le cyanure d'éthylène à l'action variée des agents réducteurs ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les peptones.* Note de M. A. **Henninger**, présentée par M. Wurtz.

« Les peptones sont les *produits ultimes* de la digestion pepsique des matières albuminoïdes. D'autres ferments, tant animaux que végétaux (ferments peptogènes), et même des réactions d'ordre purement chimique peuvent donner lieu à la formation de substances analogues, sinon identiques aux peptones; mais jusqu'ici je n'ai étudié que les peptones engendrées par la pepsine. On sait, depuis les recherches de Lehmann, que les peptones possèdent une grande tendance à retenir en combinaison des sels minéraux ou des bases, et les observateurs nombreux qui se sont occupés de ce sujet ont analysé des matières laissant, après incinération, 3 à 7 pour 100 de cendres. Cette circonstance constituait un des principaux écueils de la préparation des peptones, et pourtant elle présente une certaine importance lorsqu'on veut déduire leur composition des chiffres bruts fournis par l'analyse. Pour enlever en partie les sels minéraux, Maly ([2]) a mis à profit leur pouvoir endosmotique considérable en comparaison avec celui des peptones, et il a obtenu ainsi une fibrine-peptone ne contenant plus que 0,64 pour 100 de cendres.

» Il m'a semblé qu'une autre voie était indiquée; au lieu de prendre comme matières premières des substances albuminoïdes impures, il suffirait de débarrasser d'abord ces matières des sels minéraux et de n'employer, dans les différentes phases de l'opération, que des réactifs pouvant être enlevés complétement par précipitation, pour obtenir de prime abord des peptones pures. En effet, j'ai atteint ce résultat en employant dans la digestion, comme acide, de l'acide sulfurique facile à éliminer par la baryte. Cet acide est moins efficace que l'acide chlorhydrique; mais, en doublant ou en triplant le temps de l'opération, on parvient à achever la digestion.

» La pepsine qui a servi dans mes recherches avait trois origines distinctes : 1° solution aqueuse de pepsine préparée par dialyse du suc gastrique naturel du chien; 2° solution glycérique de pepsine obtenue d'après la méthode de von Wittich; 3° pepsine industrielle très-active.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

([2]) *Pflüger's Archiv für Physiol.*, t. IX, p. 585; 1874.

» Les matières albuminoïdes ont été débarrassées autant que possible des matières minérales, et j'entrerai dans quelques détails à ce sujet.

» *Fibrine.* — La substance, gonflée dans l'eau contenant 1 pour 100 d'acide chlorhydrique liquide, est renfermée dans un nouet en toile, exprimée doucement et suspendue dans de l'eau distillée qu'on renouvelle fréquemment; si l'on a soin d'exprimer et de malaxer souvent le nouet, on parvient, au bout de trois ou quatre jours, à enlever à la fibrine tout l'acide, et par suite les sels rendus solubles par cet acide. On jette alors la masse gélatineuse dans l'alcool concentré qu'on change plusieurs fois; les flocons de fibrine, simplement gonflés par l'acide, se contractent et finissent par prendre leur aspect primitif. Débarrassée de matières grasses par un traitement prolongé à l'éther, cette fibrine ne contient plus que 0,29 pour 100 de cendres. Ce mode de purification n'est applicable que pendant la saison froide.

» *Albumine.* — Elle a été purifiée par dialyse et contenait 0,43 pour 100 de matières animales.

» *Caséine.* — Le lait écrémé et additionné de $\frac{1}{200}$ de lessive de soude est débarrassé de graisse par quatre épuisements successifs à l'éther, et le liquide opalin est soumis à la dialyse après avoir été partiellement saturé par l'acide phosphorique étendu, et additionné d'une petite quantité d'acide cyanhydrique pour empêcher la putréfaction, d'après le précepte de M. A. Gautier. Si l'on change l'eau extérieure deux fois par jour, la dialyse exige dix à douze jours; à ce moment le liquide est coagulé à l'ébullition par l'acide acétique, et la caséine est lavée à l'eau.

» La matière albuminoïde purifiée est maintenue à 44 degrés avec cinq fois son poids d'eau contenant $\frac{3}{1000}$ de SO^4H^2 et la quantité de pepsine nécessaire pour opérer rapidement la digestion. Au bout de trois à quatre fois vingt-quatre heures, le liquide est filtré, débarrassé par la baryte de la totalité d'acide sulfurique et évaporé à 60-70 degrés. Le résidu sirupeux est additionné d'alcool, par petites portions, jusqu'au moment où le liquide se trouble et se sépare, par le repos, en deux couches : une inférieure, visqueuse, peu abondante, formée de peptone impure, qui entraîne la plus grande partie des matières colorées, et une solution surnageante, plus fluide, de couleur jaunâtre. Celle-ci est versée par filet mince dans six fois son volume d'alcool à 98 pour 100, en même temps que le tout est fortement agité pour empêcher le précipité de tomber au fond et de s'agglutiner. Le dépôt de peptone est dissous dans une faible quantité d'eau et précipité à nouveau, en deux temps, par l'alcool, comme je viens de le dire; il est alors blanc. On l'épuise par de l'alcool concentré, d'abord à

froid, puis à chaud, pour le traiter enfin deux ou trois fois par l'éther. Ces longs traitements par l'alcool et l'éther ont pour but de rendre insolubles les matières albuminoïdes contenues dans les peptones; et, en effet, le produit ainsi préparé laisse, en se dissolvant dans l'eau, un faible résidu insoluble. La solution, précipitée une dernière fois par l'alcool, fournit une peptone entièrement soluble dans l'eau. Néamoins, elle contient encore une matière étrangère, car sa solution se trouble légèrement par le ferrocyanure de potassium et l'acide acétique, réaction qui n'est pas propre à la peptone. Herth ([1]) a observé tout récemment un fait analogue dans la préparation de l'albumine-peptone; mais il ajoute qu'en soumettant cette peptone de nouveau pendant six heures à l'action de la pepsine, on peut obtenir un produit qui ne donne plus le moindre trouble avec le ferrocyanure et l'acide acétique.

» Je n'ai pu observer ce fait avec mes peptones, mais, dans d'autres conditions, je suis arrivé à les débarrasser de tout produit précipitant par le ferrocyanure. Il suffit de leur faire travsrser la membrane du dialyseur pour atteindre ce résultat. La dialyse des peptones est longue et incomplète; mais, en prolongeant l'opération pendant une dizaine de jours, j'ai pu préparer plusieurs grammes de peptones pures.

» Les peptones dérivées de la fibrine, de l'albumine ou de la caséine se présentent sous forme de poudres blanches, amorphes, infusibles, très-solubles dans l'eau et dans l'acide acétique cristallisable. Elles possèdent une légère réaction acide et se comportent comme des acides amidés faibles.

» Par une expérience très-simple, on peut mettre en évidence la production des combinaisons des peptones avec les acides; lorsqu'on mélange des solutions acétiques de peptone et d'acide sulfurique, chlorhydrique ou nitrique, il se produit immédiatement un précipité abondant, blanc, qui se réunit bientôt sous forme d'une masse visqueuse presque incolore. Cette masse constitue le sel de la peptone, correspondant à l'acide employé. On peut la broyer avec de l'acide acétique cristallisable, renouvelé à plusieurs reprises, sans lui faire perdre son acide; elle se dissout entièrement dans l'eau.

» En examinant l'action d'un très-grand-nombre de réactifs sur les diverses peptones, je n'ai pu constater aucune différence dans leurs réactions; tout en ayant certains caractères de commun avec les matières albuminoïdes, elles en diffèrent, par une tendance moindre à la coagulation et à la précipitation. Elles se rapprochent singulièrement de la gélatine,

([1]) *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. I, p. 277; 1878.

mais leurs solutions chaudes ne se transforment pas en gelée par le refroidissement.

» A cause de cette similitude dans des réactions, on pourrait, en conséquence, être tenté de considérer les peptones de la fibrine, de l'albumine et de la caséine comme une seule et même matière, mais il est un caractère important, le pouvoir rotatoire, par lequel elles se distinguent les unes des autres. Le pouvoir rotatoire est le plus faible pour l'albumine-peptone, le plus élevé pour la caséine-peptone.

» Le pouvoir rotatoire constitue également le principal caractère différentiel des *matières* albuminoïdes; par conséquent, aussi longtemps que l'existence de diverses variétés de matières albuminoïdes sera admise, et cette diversité est rendue très-probable par les recherches de M. Schützenberger, aussi longtemps les variétés de peptones doivent être considérées comme des principes distincts.

» Dans une prochaine Communication, je parlerai de la composition des peptones, et je développerai les considérations qui s'y rattachent[1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage et de séparation de l'acide stéarique et de l'acide oléique provenant de la saponification des suifs.* Note de M. **J. David**, présentée par M. Thenard.

« Le principe de cette méthode repose sur ce fait nouveau : quand, dans une solution alcoolique d'acide oléique, on verse goutte à goutte de l'acide acétique, il vient un moment où subitement l'acide oléique se sépare complétement.

» Ainsi quand, à la température de 15 degrés C., on dissout 1 centimètre cube d'acide oléique dans 3 centimètres cubes d'alcool à 95 degrés et qu'on laisse tomber goutte à goutte dans la liqueur un mélange à volumes égaux d'eau et d'acide acétique cristallisable, la séparation de l'acide oléique, qui n'a pas même commencé par une addition de $2^{cc},2$ d'acide acétique, est complète par $2^{cc},3$, c'est-à-dire une différence de $\frac{1}{22}$. Mais il n'en est plus de même de la dissolution alcoolique d'acide stéarique; sitôt, en effet, qu'on ajoute de l'acide acétique, le précipité commence dès la première goutte.

» De plus, l'acide stéarique, qui est insoluble dans le mélange d'alcool et d'acide acétique, reste également insoluble quand le mélange contient de l'acide oléique.

» Profitant de ces diverses propriétés, voici comment nous opérons l'ana-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine.

lyse d'un mélange d'acide stéarique et oléique provenant de la saponification d'un suif ou d'une matière neutre quelconque servant à la fabrication de la bougie stéarique.

» *Opérations préliminaires.* — 1° Dans un flacon on mélange un litre d'acide acétique cristallisable à un litre d'eau.

» 2° Opérant à 15 degrés de température, on verse dans un petit tube gradué en dixièmes 1 centimètre cube d'acide oléique pur, puis 3 centimètres cubes d'alcool à 95 degrés, enfin $2^{cc},2$ d'acide acétique. Jusque-là, rien ne doit précipiter; mais si, ajoutant $\frac{1}{10}$ de centimètre cube d'acide acétique, il se forme un trouble, et si sur le mélange d'alcool et d'acide acétique il surnage 1 centimètre cube d'acide oléique, on est assuré que la liqueur est bonne; sinon on varie les proportions jusqu'à ce qu'on soit arrivé à saisir la précipitation dans la limite de $0^{cc},1$ d'acide acétique.

» 3° Le but atteint, on mélange l'alcool et l'acide acétique dans les proportions indiquées par l'essai préliminaire, par exemple 300 d'alcool contre 220 d'acide.

» 4° Cependant on ajoute au mélange alcoolo-acétique 1 gramme ou 2 d'acide stéarique bien pur et découpé en copeaux; enfin, on garnit l'ouverture inférieure du tube de déjection de la pissette d'un petit morceau d'éponge, afin d'avoir, quand on opère, un liquide toujours clair et privé d'acide stéarique indissous.

» 5° Dans les temps de repos, on maintient bien bouchés les deux orifices de la pissette, afin de prévenir l'évaporation partielle de l'alcool.

» *Analyse.* — Dans un petit tube éprouvette très-mince et fermé à l'émeri, on pèse 0,950 de l'acide gras du suif à analyser (¹).

» On verse ensuite 15 centimètres cubes du mélange d'alcool acétique, on agite à plusieurs reprises et l'on abandonne le tube à lui-même pendant vingt-quatre heures dans une cave à la température de 15 degrés maximum.

» Au bout de ce temps, l'acide oléique étant entièrement dissous, on jette la masse sur un petit filtre dont l'entonnoir est rodé et fermé par une plaque de verre. On lave la stéarine qui reste sur le filtre avec le même mélange d'alcool acétique et, en remplissant trois fois de suite le filtre, on

---

(¹) L'acide gras doit être parfaitement exempt de matière neutre, ce dont on se sera préalablement assuré par l'alcool et l'ammoniaque, procédé très-sensible pour déceler les plus petites quantités de suif non saponifiées.

L'acide gras introduit dans le tube devra être en pelures excessivement minces, obtenues en grattant le pain d'acides gras avec un canif.

est sûr que la stéarine est parfaitement lavée et débarrassée d'acide oléique.

» Alors, avec de l'eau froide projetée par une pissette à bout très-effilé, on débarrasse le filtre de tout l'acide stéarique qu'il contient et on le recueille dans une capsule de platine tarée à l'avance. On chauffe ensuite la capsule au bain-marie, et, quand la stéarine est rassemblée à la surface de l'eau en une couche huileuse, on laisse refroidir. On soutire l'eau qui reste sous la matière solide et l'on dessèche complétement l'acide stéarique dans une étuve à 100 degrés, ou mieux dans le vide.

» On pèse alors, et la différence de poids, avec celui de la capsule vide, donne immédiatement et sans aucun calcul la quantité pour 100 d'acide stéarique contenu dans 95 d'acide gras, et par conséquent dans 100 de suif. »

MINÉRALOGIE. — *Sur divers minéraux, lettsomite, hypersthène et labradorite de l'hypérite de l'Aveyron.* Note de M. F. PISANI, présentée par M. Des Cloizeaux.

« *Lettsomite.* — Ce minéral, qu'on a d'abord rencontré dans le Bannat, où il a toujours été assez rare, a été retrouvé, il y a quelques années, dans la mine de la Garonne, département du Var, localité intéressante pour les nombreuses espèces minérales qu'on y a rencontrées. Ces espèces, dont quelques-unes ont été déjà décrites et analysées par moi, sont : l'adamine, l'olivénite, la brochantite, la malachite, l'azurite, la lunnite, la pyromorphite, le mimétèse, la pharmacosidérite, la barytine et la chalcophyllite. Ce dernier minéral est beaucoup plus rare que la lettsomite et l'accompagne quelquefois. La lettsomite de cette localité est toujours en cristaux capillaires radiés, formant de minces enduits sur les plaques de grès, et en quantité assez minime, puisqu'il m'a fallu réunir plusieurs morceaux pour en extraire assez pour l'analyse.

» En voici les résultats :

		Oxygène.		Rapports.
Acide sulfurique	12,10	7,25		4
Oxyde de cuivre	49,00	9,86	10,71	6
Chaux	2,97	0,85		
Alumine	11,21	5,20	5,62	3
Oxyde de fer	1,41	0,42		
Eau	22,50	19,80		10
	99,19			

» Ces nombres sont très-approchés de ceux trouvés par Percy pour la lettsomite du Bannat; ils sont également voisins de ceux trouvés par moi dans l'analyse de la woodwardite du Cornwall, minéral que j'avais d'abord considéré comme étant une langite impure. Je ne serais donc pas éloigné de partager l'opinion de M. Dana qui range la woodwardite à côté de la lettsomite, si je n'avais analysé en 1868 un autre minéral du Cornwall ayant la même structure que la woodwardite, mais d'un vert bleuâtre, beaucoup plus riche en alumine, et contenant aussi de la silice; j'avais considéré le minéral comme étant une allophane mélangée de langite. Depuis, en 1871, M. le Dr Flight publia deux analyses d'un minéral de composition analogue, mais un peu différentes l'une de l'autre; enfin, en 1876, M. J.-H. Collins a décrit, sous le nom d'*énysite*, un minéral, provenant toujours du Cornwall, et ayant presque la même composition que celui analysé par moi en 1868. Ayant reçu des échantillons du minéral appelé *énysite*, je l'ai trouvé identique à celui que j'avais examiné antérieurement, et la ressemblance qu'il a avec la woodwardite indique assez que tous ces minéraux ne sont que des mélanges qui ne méritent nullement un nom d'espèce. La lettsomite cependant, par sa structure fibreuse et la ressemblance de composition pour des localités si éloignées l'une de l'autre, semblerait constituer une espèce assez définie.

» *Hypersthène de l'hypérite de l'Aveyron.* — Ayant eu récemment plusieurs morceaux d'une fort belle hypérite, riche en hypersthène, d'un beau reflet métalloïde et qui m'a été donnée comme étant de localité française, mais sans indication plus précise, il m'a paru intéressant d'en faire une analyse complète, d'autant plus que l'hypersthène ne se rencontre pas si fréquemment en Europe et qu'en France en particulier on ne l'avait cité qu'en petits cristaux dans la roche du Capucin, au Mont-Dore; ces cristaux avaient été analysés anciennement par Laurent et ont été l'objet d'un travail cristallographique fait par M. Des Cloizeaux. M. Damour, à qui je fis part du résultat de mes essais, me montra un échantillon qu'il possédait depuis près de dix ans dans sa collection et étiqueté comme provenant d'Arvieu, dans l'Aveyron; cet échantillon lui avait été remis par une personne qui l'avait recueilli elle-même dans cette localité. M. Damour avait pris la densité de l'hypersthène d'Arvieu, et cette densité est d'accord avec celle que j'ai trouvée pour celui que j'avais analysé. En comparant le morceau de M. Damour avec les miens, je me suis assuré de leur complète identité. L'hypersthène d'Arvieu se trouve en assez belles lames possédant tous les caractères de l'hypersthène ordinaire, et il est associé à un labradorite

à légers reflets bleuâtres. La dureté a été trouvée = 6, 5 et la densité = 3, 33. J'ai trouvé pour une lame de cet hypersthène, taillée perpendiculairement au clivage facile, le plan des axes optiques parallèle à g_1 avec une bissectrice aiguë *négative* normale à h^1. La dispersion des axes est $\rho > \upsilon$. L'écartement des axes dans l'huile a été trouvé $2H = 96°$ environ. Le dichroïsme est très-marqué : avec la loupe dichroscopique on voit suivant la lame une image jaunâtre et l'autre d'un bleu verdâtre.

» J'ai obtenu pour l'analyse de cet hypersthène :

		Oxygène.		Rapport.
Silice	51,00	27,4		2
Alumine	5,65			
Oxyde ferreux	13,60	3,02	4,30	1
Magnésie	28,20	11,28		
Perte au feu	0,20			
	98,65			

» Cet hypersthène est encore moins riche en fer que celui de Farsund en Norwége, dont j'ai publié l'analyse il y a quelques années.

Labradorite de l'hypérite. — J'ai trouvé pour l'analyse du labradorite qui accompagne cette hypérite :

		Oxygène.		Rapport.
Silice	52,90	28,2		6
Alumine	29,40	13,7	14,1	3
Oxyde ferrique	1,30	0,4		
Chaux	11,30	3,22	4,85	1
Soude	4,28	1,10		
Potasse	0,30	0,05		
Magnésie	1,20	0,48		
Perte au feu	0,43			
	101,11			

» Ces nombres sont ceux d'un labradorite ordinaire. J'ai trouvé pour la densité 2,72. »

HISTOLOGIE. — *Note sur la structure des nerfs chez les Invertébrés.* Note de M. Cadiat, présentée par M. Ch. Robin.

« Les caractères histologiques des nerfs fixés avec précision pour les Vertébrés sont imparfaitement connus pour les autres divisions du règne animal. Leur détermination exacte est cependant importante à tous les

points de vue, car l'examen de la forme extérieure seule est insuffisant lorsqu'il s'agit de savoir si telle ou telle partie chez des animaux inférieurs, chez les Rayonnés particulièrement, appartient ou non au système nerveux. Certains auteurs, en outre, se sont appuyés sur les différences qu'offraient les éléments nerveux chez les Invertébrés et les Vertébrés pour accuser davantage la séparation qui existe entre ces deux divisions des animaux.

» Les nerfs des Crustacés décapodes et autres, malgré leur volume, sont difficiles à étudier, en raison de la rapidité avec laquelle ces éléments s'altèrent dès qu'ils sont isolés ou morts et en présence de quelque réactif que ce soit. Les nerfs de la chaîne ganglionnaire et les nerfs périphériques présentent des caractères identiques. Ils sont formés par des faisceaux de tubes nerveux enveloppés d'une gaîne de périnèvre très-épaisse. Chacun des tubes est composé d'une *gaîne* de substance homogène, amorphe et d'un contenu mou, facilement altérable, tantôt homogène, tantôt soit finement granuleux, soit strié longitudinalement. Ces tubes sont très-volumineux. Leur diamètre varie de $0^{mm},01$ à $0^{mm},08$ et $0^{mm},09$. Malgré cela, tout le cylindre de la substance ou fibre molle qui remplit la gaîne amorphe des tubes nerveux des Crustacés correspond au seul *cylinder-axis* des tubes nerveux des Vertébrés, idée déjà émise, mais d'une façon un peu dubitative, par Leydig. La myéline manque, et son absence laisse les filaments microscopiques essentiels des nerfs avec leur transparence et leur pâleur; d'où la difficulté de les voir, par lumière transmise, comme à l'œil nu. Nos recherches démontrent qu'il y a identité de substance entre le corps cellulaire des cellules ganglionnaires et le contenu des tubes nerveux partant des ganglions : 1° les grosses cellules des ganglions, qui atteignent le volume de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre, ont des prolongements à peu près aussi larges que les plus gros tubes nerveux périphériques jusque dans lesquels on parvient à les suivre, comme autant de fibres remplissant le tube ou gaîne homogène; 2° aussitôt après la mort, des gouttes sarcodiques se forment dans les cellules et dans la substance des fibres nerveuses, amenant peu à peu la décomposition de l'une et de l'autre en masses granuleuses identiques d'aspect; 3° l'acide nitrique, l'alun, le perchlorure de fer coagulent à la fois le corps des cellules et le contenu des tubes. L'acide nitrique, en particulier, donne une réaction absolument concluante; il rétracte la substance des fibres nerveuses et y fait apparaître une striation longitudinale très-nette et régulière; la même striation se voit sur les cellules et leurs prolongements immédiats (1).

(1) Elle est difficile à démontrer chez les Vertébrés et on l'a cherchée de bien des façons;

» En résumé dans les Crustacés, les Insectes, les Annélides, la structure des nerfs diffère de ce qu'elle est sur les Vertébrés par l'absence complète de la matière douée d'un fort pouvoir réfringent, dite *myéline*, qui dans ces derniers est interposée au cylindre-axe et à la paroi propre du tube, les filets gris du grand sympathique exceptés.

» Sur les Mollusques gastéropodes et acéphales, les nerfs sont encore symplifiés : la gaîne propre ou de *Schwann* manque presque dans tous les nerfs. Les *tubes nerveux* uniquement représentés par des *cylinder-axis* forment des faisceaux qu'il est difficile de dissocier.

» Un autre caractère vient encore s'ajouter ici à ceux que nous avons énoncés. Les cellules nerveuses des Crustacés étaient d'une fragilité extrême. Le contenu de leur tube se traduisait aussi très-facilement. Chez l'Escargot, la cellule prend une certaine consistance. Le cylindre-axe des nerfs devient de même plus résistant aux pressions et aux agents chimiques [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les relations existant entre le volume des cellules motrices ou sensitives des centres nerveux et la longueur du trajet qu'ont à parcourir les incitations qui en émanent ou les impressions qui s'y rendent.* Note de M. **Pierret**, présentée par M. Vulpian.

« Après les découvertes de Charles Bell et de Magendie sur le rôle des racines antérieures et postérieures, et dès que l'on fut à même de bien re-

---

car il importe pour la Physiologie de savoir si chaque *cylinder-axis* est un faisceau de conducteurs nerveux. Sur les Crustacés, en particulier sur le *Maia squinadó*, cette situation est de toute évidence. Sur la chaîne ganglionnaire de la larve de Libellule, on trouve des tubes nerveux identiques à ceux des Crustacés. Seulement, chez ces insectes, les gaînes de Schwann sont très-fines et fragiles, et, sous l'influence de la moindre pression ou d'un liquide ayant un pouvoir osmotique suffisant, tous les tubes renfermés dans une même gaîne de périnèvre se rompent et laissent un résidu granuleux parsemé de noyaux. Cette matière granuleuse, sous l'action de l'alun et du carmin, prend exactement la même teinte et le même aspect que les masses qui entourent le noyau des cellules nerveuses. Sur la Sangsue, le Dytique, l'Hydrophile, nous avons obtenu des résultats analogues.

(1) Chez les Bryozoaires, nous avons observé une couche nerveuse située sous l'ectoderme. Cette couche était composée de cellules très-éloignées les unes des autres et réunies par des faisceaux de filaments rectilignes possédant de petits noyaux ovales dans leur épaisseur, semblables à ceux qu'on retrouve sur les fibres nerveuses en voie de développement dans toute la série animale. De cette sorte de plexus partent des filets très-fins qui montent le long des tentacules, d'autres vont au muscle rétracteur. Les caractères observés

reconnaître les éléments ganglionnaires de la substance grise, il fut admis par la plupart des anatomistes qu'il existait dans les centres nerveux des cellules motrices et des cellules sensitives.

» Cette division a été sanctionnée par les travaux des anatomo-pathologistes modernes.

» On sait donc, à n'en pas douter, qu'il existe dans le myélencéphale des ganglions moteurs et des ganglions sensitifs, d'où naissent ou auxquels aboutissent tous les faisceaux nerveux moteurs ou sensitifs. Il semblait logique de déterminer avec soin les caractères morphologiques des cellules de ces divers ganglions et de s'en servir pour définir le véritable rôle de certains groupes ganglionnaires dont les relations anatomiques sont encore inconnues.

» Cette recherche, faite d'une manière incomplète et sous l'influence d'idées préconçues, a donné des résultats erronés. Par des examens comparatifs, portant sur tous les noyaux ganglionnaires moteurs ou sensitifs, j'ai obtenu les résultats suivants.

» Ces études ont porté sur le système moteur et sur le système sensitif.

» A. *Système nerveux moteur.* — 1° Les plus grandes cellules nerveuses connues sont situées dans la région lombaire de la moelle épinière et dans les circonvolutions fronto-pariétales du cerveau (lobe paracentral, Betz). Ces deux points sont en rapport l'un avec l'autre, et la distance qui les sépare est très-considérable. De plus les nerfs les plus longs du corps humain (sciatiques) prennent naissance précisément dans le point de la région lombaire où l'on trouve les plus grosses cellules dites *motrices*.

» A la région dorsale, les cellules antérieures sont de moitié plus petites que celles des régions précédentes. La distance qui les sépare du cerveau tend à diminuer, et les nerfs qui en émanent sont relativement courts.

» 3° A la région cervicale, les cellules motrices sont plus grosses que celles de la région dorsale, mais plus petites que celles de la région lombaire, ce qui tient d'une part à la longueur des nerfs brachiaux, de l'autre à la moindre distance qui les sépare des centres cérébraux.

» Il en est de même de l'hypoglosse, dont les cellules sont un peu plus petites que celles des cornes antérieures de la région cervicale.

---

sur les tubes nerveux de tous les animaux que nous avons passés en revue nous permettent de conclure que les cellules avec les filaments qui en dépendent, et que nous avons vus chez les Bryozoaires, sont bien des éléments nerveux. Ici les nerfs, très-voisins dans leur structure de ceux des Mollusques proprement dits, seraient réduits au *cylinder-axis*.

» Pour des raisons analogues, les cellules nerveuses des ganglions moteurs supérieurs diminuent graduellement de volume, à mesure qu'elles sont moins éloignées du cerveau et que les nerfs périphériques deviennent plus courts.

» Ainsi le nerf moteur oculaire externe possède des cellules plus grosses que celles du nerf pathétique ou du nerf moteur oculaire commun. Les cellules d'origine de ces deux derniers ont un égal volume, mais elles sont très-petites, et ont perdu tous les caractères d'élégance qu'il est convenu d'attribuer aux cellules motrices.

» Enfin, dans les corps striés, les cellules sont encore plus petites, et ne peuvent être distinguées, quant à la forme, de celles de la couche optique, qui d'ailleurs sont plus volumineuses, ou de celles que l'on rencontre dans les corps genouillés ou les tubercules quadrijumeaux.

» On peut donc affirmer que la forme et le volume des cellules nerveuses ne peuvent fournir aucun indice sérieux sur le mode de fonctionnement de ces éléments anatomiques.

» En effet, la forme des cellules sensitives est sensiblement la même chez l'homme pour tous les ganglions rapprochés du cerveau. D'un autre côté, le volume de certaines cellules motrices (noyau d'origine du nerf pathétique) est inférieur à celui de cellules nerveuses sensitives voisines (couche optique, trijumeau).

» B. *Système nerveux sensitif.* — 1° Les plus grosses cellules se rencontrent dans les colonnes de Clarke, au voisinage de la région lombaire. Ces colonnes reçoivent en effet les fibres centripètes du membre inférieur et elles sont aussi éloignées que possible des lobes occipitaux.

» 2° Les cellules des ganglions restiformes et du foyer d'origine du nerf trijumeau sont plus petites que celles des colonnes de Clarke. Les ganglions des corps restiformes reçoivent les fibres sensitives des nerfs brachiaux, le foyer d'origine du nerf trijumeau reçoit les fibres de ce nerf : ces deux amas ganglionnaires sont plus rapprochés de l'écorce cérébrale que ceux des colonnes de Clarke.

» 3° Les cellules d'origine du nerf optique sont plus petites que celles du trijumeau et plus grosses que celles de l'olfactif.

» 4° Le nerf sensitif le plus court et aussi le plus rapproché des lobes occipitaux (nerf auditif) est aussi celui de tous les nerfs qui, chez l'homme, possède les plus petites cellules.

» Donc la loi de croissance ou de décroissance des éléments ganglionnaires est la même pour les cellules sensitives que pour les cellules motrices.

» Cette loi peut être formulée ainsi qu'il suit :

» Les dimensions des cellules *motrices* ou *sensitives* des centres nerveux sont, *chez l'homme*, en raison *directe* de la distance qui les sépare et de l'organe *périphérique* qu'elles innervent et du centre *cérébral;* ou, d'une manière plus générale :

» *Les dimensions des cellules nerveuses sont en raison directe des distances que doivent parcourir les incitations motrices qui en partent ou les excitations sensitives qui y arrivent.*

» Cette formule comprend deux termes d'égale valeur :

» 1° La longueur des nerfs qui sont en relation avec les cellules ;

» 2° La distance qui existe entre la cellule de première réflexion et son analogue des circonvolutions.

» Cette loi est vraie pour les cellules de l'écorce cérébrale, car les plus grosses cellules se rencontrent dans les régions pariéto-frontales qui sont en relation avec les membres inférieurs; et l'on rencontre, en certains points des circonvolutions occipitales, des cellules presque aussi volumineuses que les précédentes. »

M. A. Courty adresse une Note sur une inversion utérine de quatre mois.

« Il y a eu réduction spontanée après onze jours de compression par le pessaire à air sphérique de caoutchouc. Dans cette observation, on a pu suivre de jour en jour la dilatation du col préparant la réduction, cette dilatation étant accusée par les douleurs d'accouchement ou contractions expulsives développées par action réflexe dans le corps de l'utérus inversé sous l'influence de la compression exercée sur cet organe par le pessaire à air sphérique gonflé dans le vagin.

» Il y a lieu de conclure que le traitement de l'inversion utérine est aujourd'hui bien réglé.

» En premier lieu, il faut toujours tenter la réduction spontanée par la compression à l'aide du pessaire à air.

» En second lieu, il faut recourir à la réduction artificielle par sa méthode, le col étant retenu à l'aide de deux doigts de la main gauche courbés en crochet dans le rectum en dedans des ligaments de Douglas, pendant que la main droite refoule le corps au travers.

» En troisième lieu, si la réduction est impossible et la vie de la malade en danger, il faut recourir à l'ablation de l'utérus par la ligature élastique. »

M. F. **Garrigou** adresse, à propos de la Communication de M. Schützenberger « Sur une modification allotropique du cuivre », une Note relative aux propriétés spéciales que lui ont présentées un grand nombre de sels métalliques extraits des eaux minérales.

M. A. **Demoget** adresse une Note sur le téléphone et le microphone.

M. A. **Gérard** adresse une note contenant les résultats des expériences qu'il a réalisées avec le téléphone et le microphone.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

COMITÉ SECRET.

(Séance du 27 mai 1878.)

La Section de Physique, par l'organe de son doyen, M. Fizeau, a présenté la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. *Becquerel*.

En première ligne *ex æquo*....	M. **Cornu**, M. **Mascart**,
En deuxième ligne.............	M. **Le Roux**,
En troisième ligne............	M. **Quet**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 3 Juin 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 22.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 23 (10 Juin 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *A. Cornu*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Physique, par le décès de M. *Becquerel.*

Il est donné lecture de ce Décret. Sur l'invitation de M. le Président, M. **A. Cornu** prend place parmi ses confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination des racines imaginaires des équations algébriques;* par M. **Yvon Villarceau.** (Extrait.)

« L'intégration des fonctions algébriques exige le plus souvent que l'on décompose un polynôme en ses facteurs du premier ou des deux premiers degrés, ou, en d'autres termes, que l'on détermine les racines, tant réelles qu'imaginaires, de ce polynôme égalé à zéro.

» Les méthodes que l'on possède pour la détermination des racines ima-

ginaires d'une équation de degré m,

(1) $$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \ldots + a_m x^m = 0,$$

se réduisent à poser

(2) $$x = p + q\sqrt{-1}:$$

la substitution de cette valeur dans l'équation proposée fournit deux équations en p et q, entre lesquelles il reste à éliminer l'une d'elles, pour obtenir l'équation finale. Cette élimination est, en général, une opération assez compliquée, même quand on a recours à l'équation au carré des différences. La méthode que je vais indiquer présente quelque analogie avec une méthode d'élimination proposée, je crois, par M. Sylvester, en ce qu'elle fait porter l'élimination sur des quantités du premier degré; mais elle s'en distingue en ce qu'elle permet d'écrire, sans calcul, le résultat de la substitution de l'expression (2), ou plutôt d'une autre expression équivalente, dans l'équation à résoudre.

» Posons

(3) $$\rho\cos\theta = p, \quad \rho\sin\theta = q,$$

nous aurons

(4) $$x = \rho(\cos\theta + \sqrt{-1}\sin\theta):$$

les inconnues ρ et θ seront substituées à p et q. Le module ρ sera, dans tous les cas, une quantité réelle, positive ou négative et que, pour ce motif, nous devons nous attendre à voir figurer au deuxième degré dans l'équation finale en ρ, si nous faisons porter l'élimination sur des fonctions de θ; notons seulement que $\cos\theta$ et ρ sont assujettis à changer de signe simultanément, afin que p conserve une valeur déterminée. (Nous n'avons pas à nous préoccuper du signe de q, attendu que les racines imaginaires sont toujours conjuguées.)

» De l'équation (4) on déduit

$$x = \rho e^{\theta\sqrt{-1}};$$

ce qui permet d'écrire l'équation (1) sous la forme

(5) $$\Sigma_0^m a_k \rho^k e^{k\theta\sqrt{-1}} = 0,$$

la sommation étant relative à l'entier k.

» Nous multiplierons les termes du premier membre de cette équation par $e^{-i\theta\sqrt{-1}}$, i désignant un nombre arbitraire, et nous aurons

$$\Sigma_0^m a_k \rho^{ke-(i-k)\theta\sqrt{-1}} = 0 \quad \text{ou} \quad \Sigma_0^m a_k \rho^k[\cos(i-k)\theta - \sqrt{-1}\sin(i-k)\theta] = 0.$$

» Cette équation se décompose en les deux suivantes :

$$(6)\quad a_0\cos i\theta + a_1\rho\cos(i-1)\theta + a_2\rho^2\cos(i-2)\theta + a_3\rho^3\cos(i-3)\theta + \ldots + a_m\rho^m\cos(i-m)\theta = 0,$$
$$(7)\quad a_0\sin i\theta + a_1\rho\sin(i-1)\theta + a_2\rho^2\sin(i-2)\theta + a_3\rho^3\sin(i-3)\theta + \ldots + a_m\rho^m\sin(i-m)\theta = 0,$$

qui vont nous servir à la détermination de ρ et de θ.

» Nous distinguerons deux cas : celui où les racines de l'équation proposée seront d'une nature quelconque, c'est-à-dire réelles ou imaginaires, et celui où l'équation n'aura que des racines imaginaires et sera, en conséquence, de degré pair.

» *Premier cas.* — L'équation proposée pouvant avoir des racines réelles, auxquelles correspondent des valeurs de θ nulles ou multiples de π, l'équation (7) serait alors satisfaite et ne nous serait d'aucune utilité ; aussi nous bornerons-nous à faire usage de l'équation (6).

» En attribuant successivement à l'arbitraire i les $m+1$ valeurs 0, 1, 2, 3, ..., m, l'équation (6) nous fournira $m+1$ équations entre les quantités ρ, $\cos\theta$, $\cos 2\theta$, $\cos 3\theta$, ..., $\cos m\theta$, et l'élimination des m cosinus, qui n'entrent qu'au premier degré, fournira aisément l'équation finale en ρ.

» Supposant que l'on ait pratiqué l'élimination en commençant par les cosinus des plus forts multiples de θ, on arrivera à deux équations entre ρ et $\cos\theta$, qui pourront être mises sous la forme

$$(8)\qquad \rho\cos\theta = f(\rho^2),$$

et l'élimination de $\rho\cos\theta$ entre ces équations conduira à une équation en ρ de degré pair. Cette équation étant supposée résolue par les méthodes en usage pour la détermination des racines réelles, l'équation (8) fournira la valeur de $\cos\theta$ correspondante à chaque racine ρ. Celles des valeurs de $\cos\theta$ ainsi obtenues qui seraient en dehors des limites ± 1 répondraient à des racines étrangères ; entre ces mêmes limites, on aura

$$(9)\qquad \sin\theta = \pm\sqrt{1-\cos^2\theta};$$

enfin les valeurs de $\cos\theta$ égales à ± 1 donneront $\sin\theta = 0$, et répondront

aux racines réelles. En ayant égard aux équations (3) et (2), on obtiendra toutes les valeurs de l'inconnue x.

» Ce qui vient d'être exposé offre une solution complète de la question. On doit faire remarquer que l'équation en ρ sera généralement d'un degré supérieur à $2m$, à cause des facteurs étrangers introduits par les éliminations. Il va sans dire que, avant d'effectuer les éliminations successives, il conviendra de chasser les facteurs que l'on parviendrait à distinguer dans chacune des équations à traiter. Néanmoins, il restera encore, dans l'équation finale, un nombre de facteurs étrangers qui en élèveront inutilement le degré. Aussi sera-t-il toujours préférable de déterminer, par les moyens en usage, toutes les racines réelles, et de diviser l'équation proposée par les facteurs que fournissent ces racines, de manière à n'avoir plus affaire qu'à des racines imaginaires. En opérant ainsi, nous réduirons le nombre des facteurs étrangers à la question, attendu que le nombre des équations à résoudre, au lieu d'être, comme tout à l'heure, égal à $m+1$, se trouvera réduit à $m'-1$, ainsi qu'on va le voir, m' désignant le degré de l'équation privée de racines réelles.

» *Second cas.* — Supposons actuellement que l'équation à résoudre soit privée des facteurs correspondants aux racines réelles, et soit m' le nombre des racines imaginaires, nous aurons recours aux équations de la forme (7), où les sinus des multiples de θ ne peuvent plus s'annuler simultanément.

» Remplaçant m par m' dans la formule (7), si nous attribuons à l'arbitraire i les valeurs $1, 2, 3, \ldots, m'-1$, nous formerons $m'-1$ équations entre l'inconnue ρ et les quantités $\sin\theta$, $\sin 2\theta, \ldots, \sin(m'-1)\theta$; or, comme ces équations ne contiennent pas de termes indépendants de ces sinus, on peut substituer à ces mêmes sinus les rapports

$$\frac{\sin 2\theta}{\sin\theta},\quad \frac{\sin 3\theta}{\sin\theta},\quad \ldots,\quad \frac{\sin(m'-1)\theta}{\sin\theta},$$

en nombre $m'-2$: on n'aura donc qu'à éliminer ces rapports, qui n'entrent qu'au premier degré, pour obtenir l'équation finale en ρ, ou plutôt en ρ^2.

» Si l'on effectue l'élimination comme dans le cas précédent, c'est-à-dire en commençant par les termes qui contiennent les sinus des multiples les plus élevés de θ, on parviendra à deux équations de la forme

$$\rho\,\frac{\sin 2\theta}{\sin\theta} = \varphi(\rho^2),$$

et l'élimination de $\rho \frac{\sin 2\theta}{\sin\theta}$ entre ces deux équations fournira précisément l'équation finale. La précédente peut s'écrire

$$\rho \cos\theta = \frac{1}{2}\varphi(\rho^2); \tag{11}$$

elle fera connaître la valeur de $\cos\theta$ correspondante à chaque racine ρ, et l'on obtiendra $\sin\theta$ d'après la relation (9), puis la valeur de x au moyen de (3) et (2). Les valeurs de $\cos\theta$, qui donneraient $\cos^2\theta > 1$, répondront à des racines étrangères, et devront en conséquence être rejetées.

» Ainsi qu'il a été dit plus haut, le nombre des équations à former est réduit à $m' - 1$, tandis que, dans le cas général, il s'élèverait à $m + 1$.

» Dans l'un et l'autre cas que nous venons d'examiner, l'élimination des cosinus ou des sinus de multiples de θ introduit des racines étrangères dans l'équation finale. Nous devons faire connaître qu'en faisant des applications de la nouvelle méthode, les solutions étrangères que nous avons rencontrées, dans l'équation finale en ρ^2, ont fourni pour cette quantité des valeurs négatives ou imaginaires; il y aurait lieu de rechercher s'il en doit toujours être ainsi. Nous soumettons l'examen de cette question à l'attention des géomètres qu'elle pourrait intéresser. »

CHIMIE. — *Sur les cubes ou prismes de M. Rohart propres à la destruction du Phylloxera.* Note de M. E. **Chevreul**.

« Mon intention n'est pas d'examiner au point de vue de l'application les cubes ou prismes que M. Rohart prépare avec l'intention de la destruction du *Phylloxera*. Elle s'est bornée à reconnaître la quantité de sulfure de carbone qu'ils renferment; car on est trop intéressé, lorsqu'on fait usage d'une préparation quelconque contenant un *principe actif* propre à produire un effet déterminé, à connaître la proportion de ce corps actif dans un mélange où il se trouve associé à des corps inactifs.

» Or, on peut reconnaître la proportion de sulfure de carbone contenu dans la préparation de M. Rohart en introduisant un poids déterminé de matière bien sèche et divisée autant que possible dans une petite cornue, que l'on chauffe au bain-marie et dont on recueille le produit dans un petit ballon tubulé portant un bouchon auquel on adapte un long tube droit dont l'extrémité est effilée. On chauffe jusqu'à ce qu'il ne passe plus de produit odorant.

» 11gr,900 de cube de M. Rohart ont donné :

Sulfure de carbone..........	3,475
Résidu sec à 100 degrés......	7,600
Perte.....................	0,825
Total égal........	11,900

» Une quantité très-supérieure à 11gr,900 a été distillée dans une cornue avec de l'eau ; il s'est volatilisé de l'eau et une quantité de sulfure de carbone qui, isolé mécaniquement du liquide, représentait un peu plus des 30 centièmes du poids de la matière distillée, résultat conforme au précédent.

» Et, en tenant compte de toutes les circonstances des opérations, je crois que la proportion de 30 de sulfure de carbone pour 100 serait plutôt inférieure que supérieure à la quantité réelle.

» J'ajouterai que, ayant exposé à l'atmosphère un morceau de prisme préparé par M. Rohart, recouvert d'un verre renversé, j'ai observé qu'après six jours il n'exhalait aucune odeur, mais que, quelque temps après, il se délita et alors exhala du *sulfure de carbone*.

» Je n'ai fait aucun essai sur le sulfure de carbone. Il était absolument limpide et incolore, insoluble dans l'eau; peut-être avait-il une odeur butyrique qui pouvait provenir de la gélatine, mais c'est une pure conjecture.

» Livré depuis longtemps à l'étude des sens du toucher, du goût, de l'odorat et de la vue, je n'ai pas remarqué sans surprise, je l'avoue, l'efficacité du procédé de M. Rohart propre à faire contenir, à l'état de mélange plutôt qu'à celui de combinaison, un corps aussi volatil et aussi odorant que l'est le sulfure de carbone : c'est à ce point de vue seulement que je me suis permis de parler de ce produit. Depuis 1818 que j'ai commencé quelques publications sur les sens du goût et de l'odorat, je n'ai jamais perdu de vue l'étude de ces sens, et je ne puis trop insister, près des jeunes chimistes occupés de l'histoire scientifique des êtres vivants, de ne jamais perdre de vue l'étude de ces sens : c'est ainsi que l'analyse des sensations qui affectent l'organe du goût est si intéressante, en faisant distinguer la part que chacun des sens du *toucher* et de l'*odorat* y a, ainsi que les différentes parties de l'organe même du goût proprement dit. »

COSMOLOGIE. — *Sur le grand nombre de joints, la plupart perpendiculaires entre eux, qui divisent le fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil).* Note de M. **Daubrée.**

« Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai dit que le fer météorique ou holosidère de Sainte-Catherine est essentiellement bréchiforme. Les plans de ruptures ou joints qui le divisent sont, pour la plupart, à peu près perpendiculaires entre eux.

» La magnétite et la pyrrhotine, qui sont arrivées ensuite au milieu de ces masses fissurées, les ont partiellement cimentées et en ont fait une brèche souvent très-cohérente.

» Outre la magnétite qui a pénétré dans les fissures, il faut mentionner la schreibersite, également en lames minces ou écailles, d'un jaune de bronze, et qui se distingue par son inaltérabilité en présence de l'acide chlorhydrique : l'essai chimique y a fait reconnaître la présence du phosphore, du nickel, du fer. Ces lames minces de schreibersite rappellent celles du même minéral que renferment les holosidères d'Arva et de Cosby-Creek : elles sont souvent infléchies et courbées.

» Mais le cas où les fragments sont cimentés paraît loin d'être général : les morceaux de 2 à 3 décimètres de diamètre sont comparativement rares. Une quantité considérable, du poids de plus de 500 kilogrammes, qui est arrivée en Europe, est presque entièrement en menus fragments isolés les uns des autres. Pour donner une idée du très-grand nombre de plans de rupture auxquels sont dus ces fragments, je crois devoir donner les chiffres suivants : dans un poids de 23 kilogrammes, il se trouvait 1350 petits fragments de fer, pesant 17 grammes environ en moyenne, ce qui, à proportion égale, ferait plus de 25000 pour les 500 kilogrammes : ces morceaux avec une densité de 7,8 correspondraient donc à un volume moyen d'environ 2 centimètres cubes.

» Presque tous ces fragments présentent leurs surfaces naturelles. Dans la majorité, les systèmes de plans rectangulaires entre eux conduisent à des parallélépipèdes droits, soit isolés, soit juxtaposés ; mais les plans de rupture ne se montrent pas seulement dans les faces extérieures de ces petits polyèdres ; pour la plupart, ils sont divisés par des joints et quelquefois par de véritables gerçures entr'ouvertes.

» L'isolement de tous ces fragments, suivant les plans de joints, s'est produit, soit au moment où la masse météoritique est venue frapper la sur-

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 482 et 1508, et t. LXXXV, p. 1255.

face du sol, soit par suite de la décomposition ultérieure du ciment qui les réunissait.

» Dans aucun fer météorique, je crois, on n'a jusqu'à présent signalé des joints aussi nombreux. De même qu'il arrive dans les roches terrestres, ces plans sont perpendiculaires entre eux.

» C'est également à des cassures sous des incidences rectangulaires que conduisent les expériences dont j'ai eu récemment l'honneur d'entretenir l'Académie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la provenance des fibres nerveuses excito-sudorales des membres antérieurs du chat.* Note de M. **A. Vulpian.**

« Après avoir constaté [1] que les fibres nerveuses excito-sudorales destinées aux membres postérieurs proviennent en partie, chez le chat, des racines propres des nerfs sciatiques, j'ai dû examiner si une disposition analogue existe pour les fibres nerveuses qui se rendent aux glandes sudoripares des membres antérieurs.

» M. Nawrocki assure que les nerfs sudoraux des membres antérieurs du chat sortent de la moelle épinière entre la cinquième et la troisième vertèbre dorsale, et qu'ils sont contenus dans la partie supérieure du cordon thoracique du grand sympathique. Cette assertion est confirmée par M. Luchsinger : après avoir coupé ce cordon au-dessous du ganglion étoilé (ganglion thoracique supérieur), il n'a plus vu le moindre indice de sueur se manifester sur les orteils du membre antérieur correspondant, ni par le séjour de l'animal dans une atmosphère chauffée, ni par l'asphyxie.

» Mes expériences ont été faites sur des chats curarisés faiblement et soumis à la respiration artificielle. On a mis à découvert la moelle épinière dans la région cervicale inférieure et dans la partie supérieure de la région thoracique. On a pris sur un fil, puis on a lié les racines des sixième, septième et huitième nerfs cervicaux d'un côté : ce sont les nerfs qui forment la majeure partie du plexus brachial. Les racines du cinquième nerf cervical contribuent aussi à la formation de ce plexus, mais pour une très-faible part : elles n'ont point été soumises aux excitations qu'on a fait subir aux autres racines.

» Les racines liées ont été coupées entre la ligature et la dure-mère, puis on les a électrisées entre la ligature et le ganglion de la racine postérieure, ou au niveau de ce ganglion, dans l'intérieur du canal rachidien. L'élec-

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 mai 1878.

trisation, faite au moyen d'un courant induit, saccadé, de moyenne intensité, a déterminé l'apparition de gouttelettes de sueur sur les pulpes sous-digitales du membre antérieur correspondant. Les pulpes sous-digitales des autres membres sont restées sèches : on avait pris soin d'isoler autant que possible chaque racine électrisée, à l'aide de lamelles de verre. Des trois nerfs qui ont été ainsi excités successivement, c'est le sixième nerf cervical qui a agi le plus fortement sur les glandes sudoripares du membre antérieur correspondant : mes expériences n'ont pas été toutefois assez nombreuses pour que je puisse affirmer que ce sont les racines de ce nerf qui contiennent le plus grand nombre de fibres excito-sudorales, émanées directement de la moelle épinière.

» J'ai répété les expériences de M. Luchsinger sur le cordon thoracique du sympathique. J'ai constaté, comme cet expérimentateur, que la section du cordon thoracique du sympathique, faite au-dessous du ganglion thoracique supérieur, a la plus grande influence sur les actions sudorales, qui s'exercent par l'intermédiaire de la moelle épinière. Seulement, au lieu de trouver, comme lui, que ces actions sont alors tout à fait paralysées dans le membre antérieur du côté où la section du cordon thoracique a été pratiquée, j'ai vu qu'il est encore possible, dans ces conditions, de provoquer une faible sudation sur les pulpes sous-digitales de ce membre, en déterminant de fortes excitations générales des centres nerveux. La faradisation, soit de la peau de l'animal, soit surtout du segment supérieur du nerf sciatique, après section de ce nerf, peut encore, après la section du cordon thoracique au-dessous du ganglion thoracique supérieur, ou même après extirpation de ce ganglion, donner lieu à la production de fines gouttelettes de sueur sur les pulpes sous-digitales : mais cet effet est relativement très-faible. La dissection montre que c'est au huitième nerf cervical que le ganglion thoracique supérieur fournit les fibres nerveuses destinées au plexus brachial.

» Ces expériences, que je me propose de répéter, confirment donc en partie les données établies par M. Nawrocki et par M. Luchsinger; mais elles font voir, en outre, que toutes les fibres excito-sudorales du membre antérieur ne sortent pas de la moelle épinière avec les racines spinales du ganglion thoracique supérieur. C'est là seulement la voie principale par laquelle les glandes sudoripares de ce membre reçoivent leurs fibres nerveuses excitatrices. D'autres fibres nerveuses sudorales proviennent directement de la moelle épinière par les racines des nerfs qui constituent le plexus brachial.

» Si je compare les résultats obtenus pour l'origine des nerfs sudoraux

des membres postérieurs à ceux auxquels m'ont conduit mes expériences sur les nerfs sudoraux des membres antérieurs, je crois pouvoir dire que les fibres excito-sudorales, qui naissent directement de la moelle épinière par les racines des nerfs de ces membres, sont relativement plus nombreuses dans les nerfs sciatiques que dans les nerfs brachiaux. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expérience démontrant que les fibres nerveuses, dont l'excitation provoque la dilatation de la pupille, ne proviennent pas toutes du cordon cervical du grand sympathique.* Note de M. A. VULPIAN.

« J'ai constaté, il y a quelques années ([1]), que l'ablation du ganglion cervical supérieur, faite sur des chiens, n'empêche pas les mouvements réflexes de dilatation pupillaire de se produire du côté correspondant. Ce résultat expérimental tenait-il à ce que des fibres sympathiques destinées à l'iris proviendraient du ganglion cervical inférieur ou du ganglion thoracique supérieur et se rendraient à leur destination en passant, avec l'artère vertébrale, par le canal des apophyses transverses des vertèbres cervicales? Faut-il en chercher l'explication dans une autre hypothèse d'après laquelle des fibres nerveuses, pouvant faire dilater la pupille, lorsqu'elles sont mises en activité, naîtraient directement de l'encéphale en même temps que certains nerfs crâniens, le trijumeau ou l'oculo-moteur commun? Telles étaient les questions que j'étais conduit à poser lorsque je faisais connaître le fait dont il s'agit.

» Mes recherches récentes, entreprises pour contrôler les travaux si intéressants de MM. Luchsinger et Kendall, Ostrumoff, Nawrocki, relatifs à l'influence du système nerveux sur les glandes sudoripares, m'ont mis à même de constater que, chez le chat, sous l'influence de l'excitation électrique de la peau du corps ou du bout supérieur du nerf sciatique coupé, la pupille se dilate encore du côté où l'on a enlevé le ganglion thoracique supérieur et toute la partie inférieure du cordon cervical du grand sympathique. La dilatation, quoique beaucoup plus faible que celle de la pupille du côté opposé, est tout à fait nette : elle a lieu chaque fois que l'on renouvelle l'excitation susdite.

» Après avoir bien vu ce fait, j'ai recherché s'il en serait de même chez un chat sur lequel on aurait enlevé non-seulement le ganglion thoracique supérieur, mais aussi le ganglion cervical supérieur. Cette expérience a été faite en coupant le cordon thoracique sympathique au-dessous du gan-

([1]) *Archives de Physiologie normale et pathologique*, 1874, p. 177.

glion thoracique supérieur (ce qui, pour l'iris, équivaut à l'ablation de ce ganglion), et en excisant, d'une façon complète, le ganglion cervical supérieur. Or, dans ces conditions, on a pu voir les excitations faradiques de la peau ou celles du segment supérieur d'un des nerfs sciatiques déterminer chaque fois une dilatation faible, mais incontestable, de la pupille, du côté de l'opération faite sur le grand sympathique.

» Ce résultat expérimental réfute une des deux hypothèses qui m'avaient paru devoir être émises pour expliquer la dilatation de la pupille, sous l'influence des excitations douloureuses, après l'extirpation du ganglion cervical supérieur. Il autorise, semble-t-il, à admettre que des fibres nerveuses, agissant sur l'iris de manière à faire dilater la pupille, proviennent directement de l'encéphale, mêlées probablement aux fibres de tel ou tel des nerfs craniens dont des rameaux entrent en connexion avec le ganglion ophthalmique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination d'une limite supérieure au nombre total des invariants et covariants irréductibles des formes binaires.* Note de **M. Sylvester.**

« La méthode que je vais exposer s'applique aux cas de systèmes quelconques des formes binaires; mais, pour plus de concision, je me bornerai au cas d'un seul quantic de degré pair : cela suffira pour donner une idée nette de la méthode, ce qui est tout ce que je me propose de faire dans cette première Communication.

» Je démontre facilement que le nombre total des invariants ou covariants appartenant au quantic binaire du degré $2t$, de l'ordre μ, dans les coefficients du quantic, sera le coefficient de t^μ dans le développement de

$$\frac{\mathrm{F}t}{(1-t)(1-t^2)^2(1-t^3)\ldots(1-t^{2i-1})}$$

en puissances ascendantes de t, où $\mathrm{F}t$ est une fonction rationnelle et entière de t, qu'on sait comment obtenir.

» Je donne le nom de *covariants primaires* aux $2i$ covariants, pour lesquels les coefficients de la plus haute puissance de x [en représentant le quantic par $(a, b, c, d, e, f, \ldots)(x, y)]^{2i}$ sont

$$a : ac - b^2 : ae - 4bd + 3c^2 : a^2d - 3abc$$
$$+ 2b^3 : a(a^2f - \ldots) : a^3(ag - \ldots) : a^3(a^2h - \ldots) : a^5(ak - \ldots),$$

et je nomme *covariants* (invariants compris) *adjoints* ceux qui, pris en conjonction avec les primaires, formeront un système tel, que tout autre covariant sera une fonction rationnelle et entière de ceux qui sont compris dans ce système.

» Je regarde la fonction $F(t)$, qui ne contient en effet qu'un nombre fini de termes actuels, comme si elle contenait un nombre infini de puissances positives de t, dont les coefficients qui correspondent aux termes qui manquent sont des zéros.

» Prenons un terme quelconque en $F(t)$, disons lt^λ. Le nombre des adjoints linéairement indépendants de l'ordre λ peut être, ou égal à l, ou plus grand, ou plus petit. Quand ce nombre est plus grand, je nomme la différence l'*excès* pour l'indice λ; quand il est plus petit, le *défaut* (en faisant exception du cas $\lambda = 0$, que je regarde comme n'ayant ni manque ni excès.)

» Quand il y a excès, je distingue arbitrairement les adjoints en deux groupes : l'un contenant le nombre l et l'autre l'excès; et, en mettant de côté pour le moment ces derniers, je regarde tous les autres adjoints comme formant un seul système, que je nomme *système d'auxiliaires*.

» Soit σ la somme des coefficients positifs en Ft, Δ la somme de tous les défauts, et conséquemment $\sigma - 1 - \Delta$ le nombre des auxiliaires. Or, supposons qu'il existe au moins n adjoints surnuméraires, c'est-à-dire des adjoints pour lesquels la somme des excès est n ; je démontre rigoureusement qu'en nommant τ le nombre des coefficients négatifs (s'il y en a), il existera au moins $n + \tau - \Delta$ équations entre les primaires et les auxiliaires, linéaires par rapport à ces derniers, et linéairement indépendantes les unes des autres. Donc, puisque les primaires évidemment n'admettent pas de liaison quelconque entre elles-mêmes, il s'ensuit que le nombre $n + \tau - \Delta$ ne peut pas excéder $\sigma - \tau - 1$; donc le nombre total des adjoints ne peut pas excéder $2\sigma - \tau - \Delta - 2$ et, à plus forte raison, ne peut pas excéder $2\sigma - \tau - 2$.

» Parmi ces adjoints, se trouvera nécessairement la partie indépendante des puissances du quantic de tous les primaires, à l'exception des quatre premiers, qui sont les seuls indécomposables. Donc la limite supérieure totale devient $2\sigma - \tau + 2$, ou bien $S + \sigma + 2$ si l'on prend S égal à la somme algébrique des coefficients, c'est-à-dire à $\sigma - \tau$.

» Quant aux valeurs de S et σ, j'ai trouvé par induction, et je ne doute nullement que $\tau = 0$. Pour prouver cette proposition, on n'a besoin que de l'Algèbre ordinaire; mais, en attendant la preuve, que je n'ai pas encore trouvée, on peut se servir d'une limite supérieure à σ au lieu de sa

valeur exacte. Quand on aura démontré que $\tau = 0$, la limite deviendra tout simplement $2S$.

» Or on trouve facilement que

$$S = \frac{1}{i}\left[i^{2i-1} - 2i(i-1)^{2i-1} + 2i\frac{2i-1}{2}(i-2)^{2i-1}\right] \ldots \pm \frac{\Pi 2i}{\Pi(i-1)\,\Pi(i+1)} 1^{2i-1}$$

et

$$\sigma < \frac{1}{i}\left[i^{2i-1} + 2i\frac{2i-1}{2}(i-2)^{2i-1} + \ldots\right],$$

la dernière série ne contenant que les termes positifs de s. $S + \sigma + 2$ est donc la limite supérieure rigoureusement démontrée; mais il n'est pas douteux, sous le point de vue moral, que $2S + 2$ peut être pris pour cette limite.

» J'ajouterai que le point de départ, dans cette démonstration nouvelle du théorème de Gordan, est la règle numérique trouvée par M. Cayley, qui exprime le nombre total des covariants linéairement indépendants d'un ordre et de degré donné appartenant à un quantic de degré donné, règle dont la démonstration rigoureuse a été faite, pour la première fois, par moi-même dans le *Philosophical magazine* (mars 1878) et dans le dernier tome du *Journal de Borchardt*. C'est ainsi que, dans le cas considéré plus haut, on établit que ce nombre total sera le coefficient de $t^j u^\varepsilon$ dans le développement de la fraction génératrice

$$\frac{1}{(1-tu^{2i})(1-tu^{2i-2})\ldots(1-tu^{-2i+2})(1-tu^{-2i})},$$

j étant l'ordre et ε le degré du covariant donné : cela mène à la représentation de ce nombre, comme le coefficient de t^j, dans la fraction plus simple

$$\frac{Ft}{(1-t)(1-t^2)(1-t^3)\ldots(1-t^{2i-1})}.$$

» De même, pour le cas où le degré du quantic donné est $2i+1$, on établit que le nombre correspondant sera le coefficient de t^j dans le développement en série de puissances ascendantes de t de la fraction

$$\frac{\Phi t}{(1-t)(1-t^2)(1-t^4)\ldots(1-t^{4i})}.$$

» Dans ce cas, on se sert d'une série connue de covariants dont les ordres

successifs seront 1, 2, 4, ..., $4i$ comme primaires, et, en nommant S la somme algébrique des coefficients de Φt et Σ la somme des coefficients positifs exclusivement, on trouvera, comme auparavant, que $S + \Sigma - 2$ sera une limite supérieure au nombre total des adjoints; et, comme la série de primaires que j'adopte, pour ce cas, ne contient que deux covariants irréductibles, la limite totale des formes irréductibles sera $S + \Sigma$. En admettant, ce qui est certainement vrai, mais non encore prouvé, que Φt comme Ft est omnipositif, on aurait pour la limite $2S$, c'est-à-dire le double d'une certaine série de termes exponentiels connus, qui seront successivement positifs et négatifs : en attendant la preuve de cette loi d'omnipositivité, la limite privée sera cette même série avec seulement les termes positifs doublés.

» On peut obtenir d'autres limites supérieures en se servant de la forme canonique pour les invariants, pris séparément, et de la forme canonique à *deux* variables pour les invariants et les covariants combinés; mais on introduit ainsi une difficulté de plus, car on aurait besoin de démontrer *a priori* l'existence et le caractère exact du dénominateur de ces formes canoniques : ce qui n'a pas été encore fait. De même, en se servant de la fonction génératrice que j'ai employée ici, pour des valeurs *données* de $2i$ et $2iH$, on peut trouver des dénominateurs plus simples que le dénominateur général, auxquels répondront aussi des primaires connues : par exemple, pour le cas de $2i = 8$, on trouvera que l'on peut prendre pour le dénominateur

$$(1 - t)(1 - t^2)^2(1 - t^3)^2(1 - t^4)(1 - t^5)(1 - t^7),$$

au lieu de

$$(1 - t)(1 - t^2)^2(1 - t^3)(1 - t^4)(1 - t^5)(1 - t^6)(1 - t^7);$$

et le numérateur restera encore omnipositif : ainsi la limite au nombre des adjoints sera réduite de la moitié; mais mon objet a été de trouver une limite supérieure *universelle*, c'est-à-dire algébrique, et en même temps de ne pas admettre un principe quelconque reposant en aucun degré sur l'induction ou sur la probabilité. M. Camille Jordan a trouvé et publié, dans le *Journal de Liouville*, une méthode pour déterminer une limite supérieure à l'ordre ou degré des *grundformen* en se servant des principes de M. Gordan, mais je ne sais pas si ce grand géomètre ou aucun autre a réussi à déterminer une limite supérieure à leur nombre. La méthode de MM. Gordan et Jordan est le développement de la première méthode de M. Cayley

(celle des hyperdéterminants), comme la mienne est le développement de sa seconde méthode, celle qui repose sur l'emploi de l'équation partielle différentielle, nécessaire et suffisante pour déterminer l'existence des invariants et covariants proposés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Malaguti*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Lecoq de Boisbaudran obtient	40	suffrages.
M. Chancel	1	»

Il y a un billet blanc.

M. **Lecoq de Boisbaudran**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur la distribution géographique des Graminées mexicaines*. Note de M. **Eug. Fournier**.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Cosson, Chatin.)

« J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]) les résultats que m'avaient donnés l'étude monographique des Fougères du Mexique et celle de la distribution géographique de ces plantes. Je lui soumets aujourd'hui ceux que j'ai déduits de la monographie des Graminées du même pays, aussi complète que j'ai pu la faire d'après les herbiers et d'après quelques Mémoires déjà publiés.

» Les Graminées mexicaines, au nombre de 88 dans le *Flora mexicana* du *Synopsis* de Kunth, s'élèvent, dans la monographie que je viens de terminer après cinq ans de travail, au nombre de 638. Il y a lieu d'examiner la répartition de ces plantes tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Mexique.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 3 mai 1869.

» A l'intérieur du pays, il est un certain nombre (16) de ces plantes qui acceptent des conditions biologiques assez variées, puisqu'elles s'étendent de la région littorale sur les hauts-plateaux, ce qui tend à prouver qu'il n'y a pas une différence aussi absolue qu'on l'a cru entre la végétation de régions d'altitude aussi différente.

» Comme je l'avais constaté pour les Fougères, j'ai reconnu par maint exemple que la même espèce de Graminée habite indifféremment le versant atlantique et le versant pacifique des Andes mexicaines.

» Le tableau suivant explique en raccourci les affinités géographiques que j'ai constatées :

Graminées mexicaines spéciales au Mexique ou communes au Mexique et à l'une des régions ci-dessous désignées.

Spéciales au Mexique	376
Communes au Mexique et au Texas	32
» aux États-Unis septentrionaux	60
» aux Antilles	98
» à la région tropicale (¹)	102
» aux Andes	28
» au Brésil	98
» à la République Argentine	22
» à l'ancien-monde	30

» On voit que les types spéciaux sont nombreux. Il faut compter parmi eux à peu près toutes les espèces mexicaines des genres *Stipa, Aristida, Muhlenbergia, Pereilema, Lycurus, Epicampes, Deyeuxia, Trisetum* et *Bromus*. Les analogies qu'ils offrent les rapprochent évidemment, de même que les genres *Dissanthelium, Crypsinna* et quelques autres, des Andes de l'Amérique du Sud, mais ce sont des analogies plutôt génériques que spécifiques. Une quinzaine de genres, sur 173, appartiennent exclusivement à la flore mexicaine; ils sont des mieux caractérisés, et onze d'entre eux sont monotypes.

» Il est à noter que, sur 262 espèces communes au Mexique et à d'autres régions, il n'en croît que 2 en Californie. A l'est des montagnes Rocheuses, j'en trouve 32 dans l'État du Texas, 1 seule dans la région des Prairies, et les 59 autres signalées dans l'Union américaine y sont à peu

(¹) Le groupe *tropical* comprend ici, avec l'île de la Trinité distraite de celui des Antilles, la côte ferme, c'est-à-dire l'Amérique centrale, le Venezuela, les Guyanes et la région inférieure de la Colombie et du Pérou.

près exclusivement connues dans la Floride, la Géorgie ou la Caroline du Sud, sans avoir été à peine rencontrées dans la Louisiane, dans l'État de Mississipi ou dans celui de l'Alabama. La cause de cette dispersion pourrait bien être fournie par la direction de certains vents, notamment des tourbillons signalés par M. F.-F. Hébert, qui, descendant sur le golfe du Mexique par la vallée du Rio del Norte, viennent aborder le nord de la Floride, pour s'élever de là vers le nord en suivant le versant oriental des Alleghanys.

» Au point de vue de leur répartition géographique, comme au point de vue de leurs caractères botaniques, les Graminées mexicaines se divisent assez nettement en deux groupes : celles qui sont ou spéciales au Mexique ou communes d'une part à la région andine ou à la région septentrionale, se distinguent, en général, par la gracilité de leurs feuilles et de leurs panicules (Stipacées, Poacées, Agrostidées, Festucacées); celles qui se répandent dans la région tropicale (Oryzacées, *Pharus*, *Olyra*, grands *Panicum* et *Paspalum*, *Gymnothrix*, *Hymenachne*, *Saccharum*, *Arundinella*, *Hyparrhenia*, *Gynerium*, *Bambusa*, *Orthoclada*, etc.) se font remarquer, au contraire, par leur taille, par l'ampleur de leurs organes de végétation et leur inflorescence. Les premières habitent de préférence les parties montagneuses et sèches; les secondes le bord des fleuves et les endroits humides. Ces dernières, dont plusieurs s'étendent des États-Unis du nord jusque dans la République Argentine, à travers 70 degrés de latitude, doivent l'étendue de leur aire à ce qu'elles participent à la diffusion des plantes aquatiques.

» Il serait facile de montrer, par l'examen de la distribution géographique d'un certain nombre de familles, que le fait que nous venons de signaler n'est pas particulier aux Graminées, et qu'en Amérique les familles ou les tribus à aire restreinte appartiennent presque exclusivement à la région montagneuse ou à la région sèche. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les chromates.* Note de M. F. **Morges.**

(Renvoi à l'examen de M. Berthelot.)

« Les analogies multiples que présentent les sulfates et les chromates tendraient à faire croire que l'électrolyse des uns doit indiquer le mode de décomposition des autres. Mais il faut observer que la stabilité de ces

sels n'est pas comparable. Si l'on peut obtenir avec facilité des bisulfates, on ne connaît aucun chromate acide. Les anhydrosulfates, tels que $S^2O^7K^2$, se produisent dans des conditions relativement délicates et ne peuvent subsister en présence de l'eau; les dichromates $Cr^2O^7M^2$, au contraire, sont des produits fréquents de l'altération des chromates et ne sont pas détruits après leur dissolution dans l'eau.

» Il est donc utile d'examiner la décomposition électrolytique des produits chromés, en tenant compte des quantités d'énergie calorifique mises en jeu. D'ailleurs, cette étude était nécessaire pour la discussion d'expériences que j'ai entreprises sur la constitution des sels doubles, et que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie. Dans cette première Note sont consignés les éléments thermiques qui doivent intervenir dans l'électrolyse des chromates. La méthode dont je me suis servi est celle du calorimètre à mercure de M. Favre; outre la confiance que m'inspirait le nom des savants qui l'ont employée, la conformité de mes résultats avec ceux de M. Berthelot et de M. Thomsen m'est garante de sa valeur.

» La chaleur de combinaison de l'anhydride chromique avec l'eau a d'abord été déterminée.

$$CrO^3 + H^2O \text{ à } 19^\circ,5 = CrO^4H^2 = +580^{Cal}.$$

» Cette expérience présente de l'incertitude, à cause de la rapidité avec laquelle l'anhydride chromique attire l'humidité; le nombre que l'on a adopté est le plus élevé parmi ceux qui ont été trouvés. Il est bien inférieur à celui qui est relatif à l'anhydride sulfurique; car M. Berthelot et M. Thomsen ont trouvé des nombres dont la moyenne est 20850 Calories. Cette différence s'explique quand on se rappelle que l'anhydride chromique cristallise au sein de sa dissolution dans l'eau.

» Il était intéressant d'examiner s'il y a, pour l'acide chromique, des phénomènes d'hydratation comparables à ceux de l'acide sulfurique. Voici les résultats des expériences :

	Cal			Cal
$CrO^3 + H^2O$	580	ou	$CrO^3 + H^2O$	580
$CrO^4H^2 + H^2O$	340		$CrO^3 + 2H^2O$	920
$CrO^4H^2, H^2O + H^2O$	260		$CrO^3 + 3H^2O$	1180
$CrO^4H^2, 2H^2O + H^2O$	135		$CrO^3 + 4H^2O$	1315
$CrO^4H^2, 3H^2O + H^2O$	171		$CrO^3 + 5H^2O$	1486
$CrO^4H^2, 4H^2O + H^2O$	80		$CrO^3 + 6H^2O$	1566
$CrO^4H^2, 5H^2O + H^2O$	35		$CrO^3 + 7H^2O$	1601
$CrO^4H^2, 5H^2O + 25H^2O$	500		$CrO^3 + 31H^2O$	2066
$CrO^4H^2, 30H^2O + 25H^2O$	210		$CrO^3 + 56H^2O$	2276

» La courbe très-régulière qui représente les phénomènes thermiques de l'hydratation de l'anhydride chromique offre pour $4H^2O$ une ordonnée maximum, qui semble indiquer l'existence d'un hydrate de l'acide chromique.

» J'ai, de même, calculé les chaleurs de dissolution du chromate, du dichromate et du chromate de chlorure de potassium. Ces solutions contenaient 2 grammes de sel pour 100 d'eau.

$CrO^4K^2 + 543\,H^2O$	$-\ 5254^{Cal}$
$Cr^2O^7K^2 + 825\,H^2O$	-17169
$CrO^2, Cl, OK + 488\,H^2O$	$-\ 4650$

» L'absorption de chaleur, correspondant à la dissolution du sulfate de potassium, déterminée par les divers observateurs, varie entre -6000 et -6500 Calories; elle est du même ordre de grandeur que celle du chromate. M. Thomsen a trouvé pour le bichromate -17030 Calories; la concordance est donc complète. Si l'on compare ce nombre à celui qui concerne le disulfate de potassium, $+2900$ Calories, on ne peut s'étonner de la grande différence qui les sépare : le disulfate $S^2O^7K^2$ est décomposé avec formation de sulfate acide SO^4KH et même, comme M. Berthelot l'a montré, en sulfate neutre SO^4K^2, par une dilution convenable.

» J'ai mesuré, ensuite, la chaleur de combinaison de l'acide chromique avec les hydrates de potassium, de sodium et d'ammonium. Les solutions contenaient une molécule d'hydrate dans 2 litres d'eau et une molécule d'acide dans 4 litres. Les expériences ont été effectuées à 19°, 5. J'ai fait agir l'hydrate sur l'acide, par demi-molécule successive. L'effet de la troisième addition est nul.

	Avec		
	HO K.	HO Na.	HO, Az H^4.
Première moitié................	6246^{Cal}	6519^{Cal}	6747^{Cal}
Seconde moitié..............	5123	5316	5463
Total...............	11369	11835	12210

» Les nombres relatifs à la soude concordent avec ceux que M. J. Thomsen a donnés dans les *Annales de Poggendorff*, en 1870, savoir : 6567 et 5793 Calories.

» Dans une prochaine Note, je résumerai des expériences électrother-

miques sur les chromates et les conséquences théoriques que je crois pouvoir en déduire [1]. »

CHIMIE. — *Production artificielle du natron ou carbonate de soude naturel, par l'action du carbonate de magnésie sur le chlorure de sodium.* Note de **M. S. Cloez.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« La formation du carbonate de soude, qu'on trouve plus ou moins abondamment à l'état solide, sur les bords ou dans le voisinage des lacs salés en Orient et dans les climats chauds, a été attribuée par Berthollet à l'action du carbonate de chaux sur le sel marin; mais cette origine est douteuse, elle n'a pas été démontrée par des expériences précises, et beaucoup de chimistes restent à cet égard dans une sage réserve. On sait, en effet, que le chlorure de calcium est décomposable par le bi ou le sesquicarbonate de soude, aussi bien que par le carbonate neutre; il en est de même du sulfate et du nitrate de chaux.

» Si le carbonate de chaux dissous dans les eaux naturelles par un excès d'acide carbonique réagissait dans des conditions favorables sur un sel de sodium, chlorure ou sulfate, il pourrait à la rigueur se former du bicarbonate de soude et un sel de chaux soluble; or ces sels, dans les conditions que nous connaissons, ne peuvent pas coexister dans une dissolution aqueuse; il se produit du carbonate de chaux qui se précipite et un sel de soude soluble.

» Mais si, au lieu de carbonate de chaux, nous employons le carbonate de magnésie dissous dans de l'eau contenant un excès d'acide carbonique, le sel pourra réagir à la température ordinaire sur le chlorure de sodium et former du bicarbonate alcalin, plus du chlorure de magnésium; la réaction est jusqu'ici la même qu'avec le bicarbonate de chaux, mais il y a de plus cette circonstance que le bicarbonate, ou même le sesquicarbonate alcalin, qui ont pu se former, ne précipitent pas la dissolution des sels de magnésie. En évaporant le mélange à la température ordinaire à l'air libre, ou dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, on retrouve dans le résidu à l'état soluble le bicarbonate alcalin et le sel de magnésie.

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire des Hautes Études de la Faculté des Sciences de Marseille et ont été commencées sous les auspices de M. Favre, qui a bien voulu guider mes premiers pas dans la Science.

» Telle est l'opération que j'ai faite en petit, pour réaliser la transformation directe du chlorure de sodium en carbonate de soude.

» J'ai mis en suspension dans l'eau de la magnésie provenant de la calcination du nitrate, puis j'ai fait passer dans le liquide un courant d'acide carbonique exempt d'acide chlorhydrique; la dissolution filtrée contenait par litre $4^{gr},80$ de carbonate de magnésie; j'y ai ajouté 7 grammes de chlorure de sodium pur.

» Une partie du mélange a été soumise à l'évaporation à l'air libre dans une grande capsule plate en verre. Au bout de quelques jours il s'est déposé un peu de carbonate de magnésie cristallisé; il s'est formé ensuite des cristaux cubiques de chlorure de sodium, et finalement un sel blanc, opaque, contenant une quantité notable de carbonate de soude; il s'est produit en outre du chlorure de magnésium.

» En reprenant le résidu sec de l'évaporation par une faible quantité d'eau, j'ai obtenu une dissolution contenant à la fois du chlorure de magnésium et du bicarbonate de soude. Cette dissolution bleuit le papier rouge de tournesol, elle précipite abondamment par la potasse, par le phosphate de soude additionné d'ammoniaque et par le chlorure de calcium pur; ce dernier précipité recueilli a fait effervescence avec les acides.

» Une autre portion de la dissolution de carbonate de magnésie additionnée de chlorure de sodium a été soumise à l'évaporation dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique; j'ai obtenu ainsi des résultats encore plus satisfaisants, comme rendement en carbonate de soude.

» Dans un essai à part, le résidu de l'évaporation a été traité par de l'alcool à 0,90 pour dissoudre le chlorure de magnésium et l'isoler du bicarbonate de soude fourni; j'ai bien obtenu le résultat attendu, mais ce n'est peut-être pas une preuve suffisante de la réaction produite pendant l'évaporation; car, en broyant fortement un mélange de carbonate neutre de magnésie et de sel marin avec de l'alcool, on obtient un peu de chlorure de magnésium en dissolution.

» En résumé, mes expériences démontrent la possibilité de décomposer à la température ordinaire le chlorure de sodium par le bicarbonate de magnésie, et de produire ainsi du bi ou du sesquicarbonate de soude.

» Les mêmes phénomènes peuvent se passer dans la nature, où les conditions d'évaporation sont à peu près les mêmes que celles où je me suis placé. On aurait donc ainsi à la fois l'explication de la production du natron et de la grande quantité de chlorure de magnésium qui se trouve en dissolution dans l'eau des lacs salés. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude des modifications apportées par l'organisme animal aux diverses substances albuminoïdes injectées dans les vaisseaux.* Mémoire de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus**. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Nous avons entrepris une série d'expériences pour éclaircir la question du passage des albumines dans les urines après leur injection dans les vaisseaux. On sait que les expérimentateurs se divisent en deux groupes : les uns érigent en règle générale le fait du passage de l'albumine dans les urines à la suite de l'introduction artificielle dans le sang d'une quantité absolument ou relativement considérable de matière protéique et surtout d'albumine proprement dite ; les autres posent d'une façon péremptoire l'influence de l'état moléculaire de l'albumine sur la production de l'albuminurie.

» Les expériences faites jusqu'ici sont passibles des critiques suivantes : 1° on a toujours opéré avec des mélanges d'albumine souvent complexes ; 2° avec des solutions albumineuses contenant des sels minéraux ou des albuminates (blanc d'œuf, etc) ; 3° les caractères des albumines éliminées font défaut ; si l'on a donné des analyses quantitatives, on n'a pas donné d'analyses qualitatives ; 4° on n'a pas tenu compte de la présence normale de la néfrozymase, substance albuminoïde dont on trouve dans l'urine des quantités pouvant atteindre $0^{gr},8$ par litre ; n'est-on pas autorisé à penser que la présence méconnue de cette substance n'ait constitué une véritable cause d'erreur dans certains cas?

» Nous nous sommes proposé dans le présent travail : 1° de refaire les expériences anciennes, qui consistent à injecter des solutions d'albumines naturelles, nécessairement complexes, telles que blanc d'œuf, sérum du sang ; 2° d'opérer avec des albumines parfaitement isolées, chimiquement et physiquement caractérisées, débarrassées des matières minérales.

» Toutes nos expériences ont été faites sur des chiens, et nous nous sommes assurés préalablement que, dans nos observations, aucune part ne revient dans les phénomènes observés, soit au traumatisme, soit à la quantité d'eau servant de véhicule à la matière albuminoïde.

I. — Injections de liquides organiques albumineux.

» α. *Injections de blanc d'œuf* $[\alpha]_j = -41°,42$. — Deux expériences. Dans chacune, injection de 18 grammes de blanc d'œuf. Dans la première le chien a rendu 10 grammes d'albumine, dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = -41°,5$.

Dans la seconde expérience, le chien a éliminé $10^{gr},255$ d'albumine, dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = -39°,5$. On a de plus isolé dans cette dernière expérience une zymase transformant l'empois de fécule en glucose et ayant pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = -76°,5$.

» *Conclusions.* — Le blanc d'œuf, injecté dans les veines, est rendu à l'état de blanc d'œuf; on a pu même retrouver dans l'albumine éliminée la zymase du blanc d'œuf, dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = -70°,5$. La différence observée tient aux difficultés d'observation et à la présence de la néfrozymase. La totalité de l'albumine injectée n'est jamais éliminée.

» β. *Injections de sérum du sang de vache.* — Quatre expériences. Injections de 90 centimètres cubes de sérum naturel, ou bien de solutions contenant 10 à 15 grammes de sérum desséché.

» *Conclusions.* — Le sérum du sang de vache, injecté à l'état naturel ou après redissolution dans l'eau, n'est pas éliminé par les urines. L'injection de cette substance détermine dans l'organisme des troubles généraux.

II. — INJECTIONS D'ALBUMINES PURES ET DÉFINIES, DE POUVOIR ROTATOIRE CONNU, ET EXEMPTES DE CENDRES.

» α. *Injections d'albumine triplombique d'œuf* $[\alpha]_j = -33°,1$ (¹). — Trois expériences. Injections de 5 à 8 grammes d'albumine triplombique.

» *Conclusions.* — L'albumine triplombique d'œuf n'est pas éliminée, ou, si elle l'est, ce n'est qu'en quantité très-faible. Dans le cas d'une injection de 6 grammes on n'a retrouvé que $1^{gr},08$ d'albumine; dans le second cas, la quantité éliminée a été strictement suffisante pour en prendre le pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = -54°,6$; dans le troisième cas, l'urine ne contenait pas d'albumine. Il est important de noter que les caractères de l'albumine éliminée ne sont plus ceux de l'albumine injectée.

» β. *Injections d'albumine sexplombique d'œuf* $[\alpha]_j = -53°,6$ (²). — Une expérience. Injection de 9 grammes d'albumine sexplombique d'œuf. On retrouve dans les urines $6^{gr},73$ d'albumine. L'albumine totale éliminée est un mélange de deux albumines : l'une, soluble, dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = -70°,5$; l'autre, insoluble, dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = -71°,8$.

(¹) Obtenue en précipitant le blanc d'œuf par l'acétate tribasique de plomb. Isolée pour la première fois par M. Wurtz.

(²) Voir A. BÉCHAMP, *Recherches sur l'isomérie dans les matières albuminoïdes* (*Comptes rendus*, 1873).

» *Conclusions.* — L'albumine sexplombique d'œuf n'est pas éliminée en totalité; la portion éliminée est modifiée considérablement dans ses caractères chimiques et dans son pouvoir rotatoire.

» γ. *Injections d'albumine sexplombique de sérum du sang de vache.* — Quatre expériences. Injections de 10 à 18 grammes d'albumine sexplombique.

» *Conclusions.* — L'albumine sexplombique de vache, injectée dans les veines, n'est pas éliminée par les urines.

» δ. *Injections de gélatine pure et exempte de cendres* $[\alpha]_j = -172°,8$. — Trois expériences. Quantité moyenne injectée, 8 grammes dissous dans 100 centimètres cubes d'eau à 39 degrés.

» *Conclusions.* — La gélatine n'est pas éliminée par les urines. Elle détermine chez les chiens des accidents qui intéressent spécialement le tube digestif et les reins et qui peuvent même amener la mort.

» ε. *Injections de gélatine rendue soluble à froid.* — Une expérience. Injections de 9 grammes de gélatine soluble.

» *Conclusions.* — Accidents formidables du côté du tube digestif; le chien meurt sans avoir uriné. »

M. Th. **Defresne** adresse une Note sur la sécrétion pancréatique.

D'après l'auteur, la sécrétion pancréatique contient trois ferments distincts: l'*amylopsine*, qui saccharifie l'amidon; la *stéapsine*, qui dédouble la graisse; la *myopsine*, qui dissout l'albumine.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MM. **Herbert**, **Lamotte** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. **Wood** adresse une Note pour le Concours du prix Bréant.

(Renvoi à la Commission du Concours Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. E.-J. **Stone**, Directeur de l'Observatoire royal du Cap de Bonne-Espérance, met à la disposition de l'Académie le montant de sa souscription pour l'érection d'une statue à Le Verrier.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions qui naissent du développement de l'expression* $[1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2]^{\frac{2l+1}{2}}$. Note de M. **Escary.**

« I. L'intégration entre les limites x et $-a$, $l+1$ *fois répétée*, des deux membres de l'égalité

$$[1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2]^{-\frac{1}{2}} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{2^n(\Gamma n+1)} \frac{d^n(x^2 - a^2)}{dx^n} \alpha^n,$$

multipliés préalablement par $(2m+1)\alpha dx$, m indiquant l'ordre de l'intégration à effectuer, donne immédiatement

$$(1) \qquad [1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2]^{\frac{2l+1}{2}} = \sum_{n=0}^{n=\infty} X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} \alpha^n,$$

en posant, pour abréger, et à partir du terme de rang $2l+3$,

$$(-1)^{l+1} \frac{\Gamma(2l+3)}{2^n \Gamma(l+2)\Gamma(n-l)} \frac{d^{n-2l-2}(x^2 - a^2)^{n-l-1}}{dx^{n-2l-2}} = X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}}.$$

» Sous cette forme, on voit que l'équation $X^{(2l+2)}_{\frac{2l+2}{2}} = 0$ a toutes ses racines réelles et égales à a en valeur absolue; et que généralement l'équation $X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} = 0$ a $l+1$ racines égales à $+a$, $l+1$ égales à $-a$, et $n - 2l - 2$ réelles, inégales et comprises entre $-a$ et $+a$.

» Le développement (1) montre encore les coefficients des diverses puissances de α qui, précédant le terme de rang $2l+3$, ne se trouvent plus représentés par des expressions différentielles. Dans l'hypothèse de

$$n > 2l + 3,$$

on trouve aisément que trois fonctions consécutives de ce développement, dans lequel l reste constant, satisfont à la relation

$$(2) \qquad nX^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} - (2n - 2l - 3)xX^{(n-1)}_{\frac{2l+1}{2}} + (n - 2l - 3)a^2X^{(n-2)}_{\frac{2l+1}{2}} = 0.$$

Cette équation nous fait voir que la propriété curieuse de ces polynômes, de remplir l'office des fonctions de Sturm, se perd en même temps que celle d'être représentés par des expressions différentielles.

» Une même fonction $X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}}$ et ses deux premières dérivées vérifient l'équation différentielle linéaire

$$(a^2 - x^2) y'' + 2lxy' + n(n - 2l - 1) y = 0,$$

dont l'intégrale générale est, par suite,

$$y = A X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} + B X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} \int \frac{(a^2 - x^2)^l \, dx}{\left(X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}}\right)^2},$$

A et B étant deux constantes arbitraires.

» L'intégration par parties conduit au théorème

$$(3) \qquad \int_{-a}^{+a} X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}} X^{(\nu)}_{\frac{2l+1}{2}} \, dx = 0,$$

tant que ν est différent de n. En se servant de ce théorème (3) et de la relation (2), on obtient immédiatement, pour ν égal à n,

$$(4) \quad \int_{-a}^{+a} \left(X^{(n)}_{\frac{2l+1}{2}}\right)^2 dx = -2 \frac{2l+1}{m-2l-1} \frac{(n-2l-2)(m-2l-3)\ldots(-2l-1)}{1.2.3.4\ldots n} a^{2n+1}.$$

» II. Le développement de l'expression $(1 + 2\alpha x + a^2\alpha^2)^\mu$, par la formule du binôme, donne

$$(5) \qquad [1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2]^\mu = \sum_{n=0}^{n=\infty} X^{(n)}_\mu \alpha^n,$$

en posant

$$X^{(n)}_\mu = (-1)^n 2^n \frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)\ldots(\mu-n+1)}{1.2.3.4\ldots n} \times \left[x^n + \frac{n.n-1}{2.2(\mu-n+1)} a^2 x^{n-2} \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2^2.2.4(\mu-n+1)(\mu-n+2)} a^4 x^{n-4} + \ldots\right].$$

» Si, dans cette valeur de $X^{(n)}_\mu$ on fait $n = \mu$, on obtient

$$X^{(\mu)}_\mu = (-1)^\mu 2^\mu \left[x^\mu + \frac{\mu(\mu-1)}{2.2} a^2 x^{\mu-2} + \frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)(\mu-3)}{2^2.2.4.1.2} a^4 x^{\mu-4} + \ldots\right],$$

expression à l'inspection de laquelle on aperçoit le théorème suivant :

» *Dans le cas de l'exposant* μ *entier et positif, l'équation*

$$X_\mu^{(\nu)} = 0,$$

où l'on a $\nu \leqq \mu$, *a toutes ses racines imaginaires conjuguées, sauf une racine nulle dans le cas de* ν *impair.*

» Le développement (5) conduit encore sans peine à la remarque de l'identité

$$(6) \qquad a^{2p}.X_\mu^{(\mu-p)} = X_\mu^{(\mu+p)};$$

et de cette remarque, rapprochée du théorème précédent et de la *Note que nous avons publiée dans le présent Recueil*, p. 114, on conclut sur-le-champ que le développement de la fonction $(1 - 2\alpha x + a^2\alpha^2)^\mu$, ordonné suivant les puissances ascendantes de α, et dans lequel μ peut passer par toutes les valeurs $-\infty$ jusqu'à $+\infty$, donne naissance, au point de vue de l'espèce des racines, à cinq catégories de polynômes :

» *La première catégorie, obtenue en attribuant à* μ *toutes les valeurs inférieures à l'unité, se compose de polynômes qui, égalés à zéro, ont toutes leurs racines réelles et inégales.*

» *La seconde catégorie se compose de polynômes dont le degré est inférieur ou égal à* μ *supposé positif. Toutes leurs racines sont imaginaires.*

» *La troisième catégorie se compose de polynômes dont le degré est compris entre* μ *et* 2μ, μ *étant supposé positif. Leurs racines sont en partie réelles et supérieures à* a *en valeur absolue, et en partie imaginaires.*

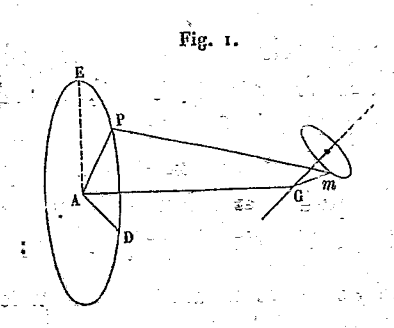
» *La quatrième catégorie se compose de polynômes dont le degré est* $2l+1$, *tandis que* μ *est compris entre* l *et* $l+\frac{1}{2}$. *Leurs racines sont réelles et supérieures à* a *en valeur absolue.*

» *La cinquième catégorie se compose de polynômes dont le degré n'est pas inférieur à* $2l+2$, *tandis que* μ *n'est pas supérieur à* $\frac{2l+1}{2}$. *Leurs racines sont en partie réelles et égales à* a *en valeur absolue, et en partie réelles, inégales et comprises entre* $-a$ *et* $+a$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note relative aux paragraphes* 439, 440 *du « Traité élémentaire des quaternions » de M.* Tait (2e édition); par M. Plarr.

« Les paragraphes en question s'occupent du calcul de la formule sur laquelle Bravais (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVIII, p. 309) a fondé une modification du galvanomètre tangentiel. Il s'agit, en effet, de former l'expression d'un vecteur moment résultant, les forces agissantes étant les actions des éléments α d'un circuit circulaire fermé EPD (*fig.* 1) sur les éléments α' des circuits fermés appartenant à un solénoïde.

Fig. 1.



» Soit G le point milieu du solénoïde et prenons ce point pour origine des bras de levier des couples provenant du transport des forces sur ce point. Soit P le point milieu de l'élément α_1 sur le circuit que nous désignerons brièvement par A_1, et soit m le point milieu de l'élément du circuit A′ appartenant au solénoïde. Nous poserons

$$\overline{mP} = \alpha, \quad \overline{Gm} = \theta, \quad \overline{GP} = \gamma_0,$$

et, en désignant par B un certain facteur numérique, nous aurons pour le moment élémentaire ψ l'expression

$$(a) \qquad \psi = BV\theta\varphi,$$

où $\varphi = \frac{\alpha}{S\alpha\alpha_1}\alpha\left(\frac{S\alpha\alpha_1}{T\alpha^3}\right)$, selon le § 431.

» Le moment ψ devra être intégré en premier lieu relativement à α lorsque l'extrémité de ce vecteur varie le long du circuit A′; en deuxième lieu, le résultat ainsi obtenu devra être intégré pour tous les circuits A′ du

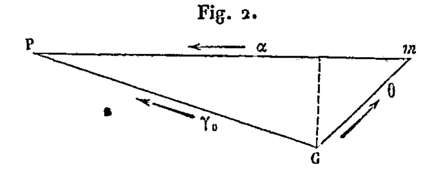
solénoïde; et enfin, en troisième lieu, le résultat obtenu devra être intégré pour tous les éléments du circuit agissant A_1.

» Les deux premières intégrations sont passées sous silence dans le texte du Traité de M. Tait, et il s'agit, dans cette Note, de montrer comment on peut parvenir à la formule de la seconde partie du § 440. Conformément à une notation antérieure, nous désignons par ε le vecteur unité dans le sens de l'axe du solénoïde et par l la demi-longueur du solénoïde; alors l'expression qu'il s'agit de vérifier est la suivante :

$$(b) \qquad \int \frac{V[(l\varepsilon) V\gamma_2\gamma']}{T\gamma_2^3} - \int \frac{V[(-l\varepsilon) V\gamma_1\gamma']}{T\gamma_1^3},$$

» Or $\int\psi$ dépendra du vecteur $V\theta\alpha$, et θ variera en fonction de α. Une considération bien simple nous débarrassera de cette complication. En effet, considérons le triangle GMP (*fig.* 2).

Fig. 2.



» Il nous donne, selon la règle de l'addition des vecteurs,

$$\overline{GP} = \overline{GM} + \overline{mP},$$

c'est-à-dire

$$\gamma_0 = \theta + \alpha.$$

De là, traitant par $V(\quad)\alpha$, nous déduisons

$$V\gamma_0\alpha = V\theta\alpha,$$

et par suite nous aurons

$$\psi = BV\gamma_0\varphi.$$

» On voit maintenant que les deux premières intégrations de ψ ne porteront que sur φ, puisque le point P reste constant dans ces intégrations, et le vecteur γ_0 reste constant en conséquence. Nous pouvons donc employer les résultats des §§ 432, 435 et 436 pour ce calcul; le résultat sera (§ 437)

$$\int\int \varphi = \frac{A}{x} V\left(\frac{\gamma^2}{T\gamma_2^3} - \frac{\gamma_1}{T\gamma_1^3}\right)\alpha_1,$$

A et x représentant respectivement l'aire des circuits A' et l'espace qui sépare les plans de ces circuits, supposés égaux; et, en outre, γ_2 et γ_1 représentent les vecteurs menés des pôles C et C' respectivement, du solénoïde au point P du circuit A_1. Ces vecteurs γ_1 et γ_2 sont variables dans la troisième intégration, celle qui est relative à tous les points P. Nous aurons donc

$$\int\int\int\psi = B_1\left[\int\frac{V(\gamma_0 V\gamma_2\alpha_1)}{T\gamma_2^3} - \int\frac{V(\gamma_0 V\gamma_1\alpha_1)}{T\gamma_1^3}\right].$$

» Ce résultat diffère de la formule (b), mais seulement en apparence. En effet, nous avons

$$\overline{GP} = \overline{GC} + \overline{CP} \quad \text{et} \quad \overline{GP} = \overline{GC'} + \overline{C'P},$$

c'est-à-dire

$$\gamma_0 = l\varepsilon + \gamma_2 \quad \text{et} \quad \gamma_0 = (-l\varepsilon) + \gamma_1.$$

De là, par la première de ces relations, il vient

$$V(\gamma_0 V\gamma_2\alpha_1) = V(\gamma_2 V\gamma_2\alpha_1) + V(l\varepsilon V\gamma_2\alpha_1).$$

Or, en général, pour un vecteur quelconque ρ (voir § 133 (2) du *Traité* de M. Tait), nous avons

$$\frac{V(\rho V\rho d\rho)}{T\rho^3} = -d(U\rho).$$

Si donc nous posons successivement $\alpha_1 = d\gamma_2$ et $\alpha_1 = d\gamma_1$, nous aurons

$$\int\frac{V(\gamma_2 V\gamma_2 d\gamma_2)}{T\gamma_2^3} = -(U\gamma_2)_1'' = 0$$

entre les limites; car, le circuit A_1 étant fermé, les limites coïncident e résultat est donc nul. Nous aurons de même

$$\int\frac{V(\gamma_1 V\gamma_1 d\gamma_1)}{T\gamma_1^3} = -(U\gamma_1)_1'' = 0.$$

» Il nous restera donc l'expression (b), que nous avons écrite ci-dessus, sauf le facteur $B_1 = B\frac{A}{x}$. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de l'état physique du gallium sur son rôle électrochimique*. Note de M. **J. Regnauld**, présentée par M. Wurtz.

« L'intérêt scientifique des découvertes de M. Lecoq de Boisbaudran s'étend à mesure que les propriétés physico-chimiques du *gallium* sont mieux connues : c'est ainsi que la température de fusion singulièrement basse du nouveau métal et que les limites très-étendues entre lesquelles il demeure à l'état de surfusion ne lui donnent pas seulement une physionomie surprenante, elles constituent en outre un caractère anomal qui m'a permis de réaliser une expérience curieuse que j'avais tentée vainement sur les corps métalliques antérieurement connus.

» Il y a quelques années ([1]), j'ai démontré que, suivant qu'un métal s'allie au mercure avec absorption ou dégagement de chaleur, il s'élève ou s'abaisse dans l'échelle des affinités positives : le zinc, par exemple, qui, en s'amalgamant, absorbe de la chaleur, est plus près du potassium que le zinc pur, tandis que le cadmium qui, en s'unissant au mercure, dégage de la chaleur, est plus éloigné du potassium que le cadmium solide.

» L'analyse des conditions thermiques accompagnant le double phénomène de la fusion et de la combinaison entre ces corps simples similaires m'a conduit à admettre que le travail chimique disponible qu'ils possèdent est fonction non-seulement de la nature spécifique de leurs atomes, mais encore de la somme des calories qui les maintiennent dans un état physique déterminé. Pour donner à cette interprétation mécanique la sanction d'une expérience où n'interviendrait aucun agent matériel auxiliaire, j'ai cherché à établir un couple hydro-électrique dans lequel le métal liquide se constituerait en tension négative par rapport au même métal présentant l'état solide. Mais les températures de fusion des métaux applicables à ces essais sont trop basses ou trop élevées pour que les solutions hydriques mises en contact avec eux restent à l'état liquide. De plus, dans les conditions où l'on était forcé d'opérer, on a été arrêté par l'intensité des courants thermo-électriques dont l'action perturbatrice est difficile à éliminer, lorsque la grandeur de leurs effets est comparable à celle des phénomènes produits par les forces qu'il s'agit d'apprécier.

» Grâce au gallium, le but est devenu accessible et les résultats obtenus sont tellement nets que la démonstration me paraît complète. M. Lecoq de

([1]) *Comptes rendus*, t. XLIII.

Boisbaudran, à qui j'ai eu l'honneur de communiquer mes projets, a bien voulu me fournir les moyens d'exécuter cet essai, en mettant à ma disposition, avec un empressement et une générosité dont je ne saurais trop le remercier, deux fragments de gallium : l'un sous la forme d'une plaque ou lamelle solide, l'autre maintenu à l'état liquide par voie de surfusion.

» C'est à l'aide de ces précieux échantillons que j'ai construit un couple dont les deux éléments métalliques sont le gallium solide et le gallium liquide reliés par une couche de sulfate de gallium neutre et dissous dans l'eau. Malgré les dimensions minuscules de ce couple hydro-électrique (environ 4 millimètres carrés), j'ai observé sur un galvanomètre à fil fin des déviations de plus de 40 degrés, parfaitement constantes dans leur direction et montrant, par leur sens invariable, que dans un couple formé de deux éléments métalliques chimiquement identiques, mais sous deux états physiques différents, la lame de métal liquide se constitue à l'état de tension négative, tandis que la lame solide prend la tension positive ; la première, en un mot, fonctionne comme le zinc et la seconde comme le cuivre, le platine, le charbon dans le couple voltaïque classique plus ou moins modifié.

» Cette expérience catégorique rend manifeste dans un cas très-simple l'influence exercée par la chaleur de constitution d'un corps simple métallique sur l'énergie de ses propriétés chimiques. Le signe du phénomène étant ici le point capital, je me suis cru autorisé à communiquer ce résultat à l'Académie, me réservant de mesurer ultérieurement la force électromotrice du système par la *méthode d'opposition* que j'ai imaginée en 1853 (1) et qui, depuis cette époque, a été adoptée avec quelques variantes par plusieurs physiciens. Bien que l'élimination des résistances rende peut-être mon procédé plus apte que tout autre à une évaluation portant sur des couples dont les surfaces actives présentent seulement quelques millimètres carrés, je n'ai pu en faire immédiatement l'application, craignant de compromettre dans des manipulations trop nombreuses le seul échantillon de gallium que M. Lecoq de Boisbaudran se soit réservé, en dehors des magnifiques spécimens qui figurent dans notre Section française de l'Exposition universelle. »

(1) *Comptes rendus*, t. XXVII.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidon.* Note de MM. **Musculus** et **Gruber.** (Extrait.)

« Voici la liste des différents corps qui se produisent aux dépens de l'amidon sous l'influence de la diastase ou de l'acide sulfurique dilué et bouillant.

» 1. *Amidon soluble.* — Ce corps a été obtenu à l'état de pureté par l'un de nous (Musculus, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1267, et *Annales de Chimie et de Physique*, t. II, 5e série, p. 385). Il est insoluble dans l'eau chauffée à 50-60 degrés. Il se colore avec l'iode en rouge vineux quand il est en dissolution dans l'eau et en beau bleu quand il est à l'état solide. Séché à l'air avec un excès d'iode, il prend des teintes violettes, jaunes ou brunes. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha] = +218°$ et son pouvoir réducteur est égal à 6.

» 2. *Érythrodextrine.* — Cette dextrine a été ainsi nommée par M. Brücke à cause de la couleur rouge qu'elle prend avec l'iode. C'est celle qui constitue en moyenne partie la dextrine du commerce. Elle se distingue de l'amidon soluble en ce qu'elle ne devient jamais insoluble dans l'eau et en ce qu'elle se colore toujours en rouge avec l'iode, qu'elle soit en dissolution ou à l'état solide. L'amidon soluble et l'érythrodextrine sont attaqués avec la plus grande facilité par les moindres quantités de diastase.

» 3. *Achroodextrine* α. — Ne se colore pas avec l'iode. Pouvoir rotatoire $[\alpha]$, $+210$. Pouvoir réducteur, 12. Saccharifiable partiellement par la diastase, mais moins facilement que l'amidon soluble et l'érythrodextrine.

» 4. *Achroodextrine* β. — Pouvoir rotatoire $[\alpha]$, $+190$. Pouvoir réducteur, 12. Inattaquable par la diastase, au moins dans les vingt-quatre heures.

» 5. *Achroodextrine* γ. — Pouvoir rotatoire $[\alpha]$, $+150$. Pouvoir réducteur, 28. Inattaquable par la diastase, même si on laisse agir ce ferment pendant un an. L'acide sulfurique dilué et bouillant le transforme en glucose, mais seulement après plusieurs heures d'ébullition.

» 6. *Maltose* ($C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$). — Pouvoir rotatoire $[\alpha]$, $+150$. Pouvoir réducteur, 66. Difficilement attaqué par la diastase fermentescible.

» 7. *Glucose* ($C^6H^{12}O^6 + H^2O$). — Pouvoir rotatoire $[\alpha]$, $+56$. Pouvoir réducteur, 100. Fermentescible.

» Les chiffres que nous donnons ici pour les pouvoirs rotatoires et ré-

ducteurs des dextrines ne sont qu'approchés; car, ces substances ne cristallisant pas et ne formant aucune combinaison stable, il est impossible de les obtenir entièrement pures. Mais ils montrent néanmoins que le pouvoir rotatoire des dextrines qui prennent naissance dans la saccharification de l'amidon diminue au fur et à mesure que la saccharification avance, et que leur pouvoir réducteur, au contraire, augmente, ainsi que leur résistance à l'action de la diastase.

» Les dextrines que M. Bondonneau a isolées ne sont pas tout à fait identiques aux nôtres; mais ce chimiste a constaté, comme nous, que leur pouvoir rotatoire diminue avec les progrès de la saccharification, et que leur solubilité dans l'alcool augmente.

» Pour interpréter ces faits d'après l'ancienne théorie, il faut admettre que l'amidon, avant de se changer en glucose, subit une série de cinq transformations isomériques successives, ce qui est difficile à concevoir. C'est surtout l'existence des dextrines inattaquables par la diastase qui rend cette théorie tout à fait inadmissible.

» Nous considérons donc l'amidon comme un polysaccharide de la formule $n(C^{12}H^{20}O^{10})$ (nomenclature de M. Berthelot), dans laquelle la valeur exacte de n, qui ne paraît pas être moindre que 5 ou 6, reste à déterminer.

» Sous l'influence des ferments diastasiques et des acides dilués, cet hydrate de carbone subit une série d'hydratations et de dédoublements successifs. A chaque dédoublement, il se forme de la maltose et une nouvelle dextrine à poids moléculaire plus faible; n devient de plus en plus petit jusqu'à production de l'achroodextrine γ, laquelle se transforme probablement en maltose par simple hydratation.

» La maltose s'hydrate ensuite à son tour et se dédouble en deux molécules de glucose, suivant l'équation

$$\underbrace{C^{12}H^{22}O^{11}}_{\text{Maltose.}} + H^2O = \underbrace{2(C^6H^{12}O^6)}_{\text{Glucose.}}. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse caustique sur la quercite.* Note de M. L. Prunier, présentée par M. Berthelot.

« La potasse en solution aqueuse n'agit pas sensiblement sur la quercite, même à la température de 100 degrés, ainsi que M. Dessaignes l'avait pré-

cédemment observé; mais, à mesure que la température s'élève et que la concentration augmente, on voit l'attaque se dessiner progressivement et devenir de plus en plus profonde, surtout vers 200 à 250 degrés, avec la potasse fondante employée pour un poids double de la quercite.

» Quand la masse est devenue brun jaune, elle contient de la quinone qu'on peut mettre en évidence en arrêtant l'opération et laissant rentrer un peu d'air. On voit la substance noircir à la surface, en même temps que le pourtour du ballon se borde d'une zone verte très-accentuée, due à la quinhydrone.

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{10}}_{\text{Quercite.}} - 3(H^2O^2) = \underbrace{C^{12}H^6O^4}_{\text{Hydroquinone.}}$$

et subséquemment

$$\underbrace{C^{12}H^6O^4}_{\text{Hydroquinone.}} + \underbrace{C^{12}H^4O^4}_{\text{Quinone.}} = \underbrace{C^{12}H^4O^4(C^{12}H^6O^4)}_{\text{Quinhydrone.}}$$

» Il s'y rencontre simultanément une proportion notable d'un composé qui se comporte comme l'acide pyrogallique.

» En effet, la masse potassique ci-dessus, mise en contact avec de l'eau et de l'oxygène ou de l'air atmosphérique, absorbe énergiquement cet oxygène en noircissant. L'extrait éthéré fournit une petite quantité d'aiguilles longues, très-solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther et fusibles vers 115 degrés.

» Tous ces caractères appartiennent à l'acide pyrogallique. On y peut joindre encore l'action de l'acide phtalique anhydre qui colore d'abord la masse en rouge noirâtre.

» L'éther n'enlève que des substances neutres quand on l'agite, soit avec la masse alcaline seule, soit en y ajoutant de l'eau.

» Mais, si l'on sature l'alcali par un acide, comme l'acide chlorhydrique ou l'acide acétique en léger excès, et qu'on épuise alors par l'éther, ce dernier, par évaporation ultérieure, abandonne une cristallisation aiguillée très-nette, qui n'est autre qu'un mélange acide dans lequel on a caractérisé nettement l'acide oxalique par son point de fusion à + 98°, ses solubilités et ses réactions spéciales.

» A côté de l'acide oxalique il paraît exister aussi une certaine quantité d'acide malonique $C^6H^4O^8$, principalement quand la chaleur est maintenue au-dessous de 240 degrés.

» En effet, quand, dans ces conditions, on sursature par l'acide chlorhydrique et qu'on épuise par l'éther, on obtient une cristallisation d'un acide organique qui noircit sur la lame de platine, après régénération par décomposition de son sel plombique au moyen de l'hydrogène sulfuré.

» Desséché dans le vide sur l'acide sulfurique, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Matière.	Eau.	Acide carbonique.
I........	0,102	0,0395	0,130
II........	0,105	0,040	0,134

En centièmes :

	Trouvé.		Calculé
	I.	II.	pour $C^6H^4O^8$.
C........	34,32	34,06	34,61
H........	4,2	3,8	3,8

» La concordance, on le voit, est très-suffisante; le point de fusion situé vers 120 degrés et la décomposition qui commence vers 160 degrés sont aussi des caractères qui se rapportent à l'acide malonique.

» Que l'acide oxalique se rencontre ici à l'état isolé ou mêlé à l'acide malonique, dans tous les cas, l'action de la potasse fondante nous donne la clef de ce qui se passe à la fin de la distillation sèche.

» Dans une Note ([1]) que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai signalé que l'eau distillée entraîne avec elle un corps fortement acide. Or, à la température considérée, l'acide oxalique ou malonique résultant de la décomposition profonde de la quercite donne naissance aux acides formique ou acétique, tous les deux volatils. Mais cette décomposition s'accompagne du dégagement concomitant d'acide carbonique, et c'est là en effet la cause pour laquelle l'eau de baryte se trouble et dépose du carbonate de baryte. Enfin, au moment même où la matière se charbonne, on voit se condenser sur les parties froides de l'appareil des stries huileuses qui plus tard cristallisent en longues aiguilles fusibles vers 98-100 degrés. En même temps le résidu charbonneux conserve la réaction acide.

» Tous ces faits s'expliquent naturellement si l'on tient compte de la production des acides oxalique et malonique, qui caractérisent dès lors la troisième et dernière phase de la distillation sèche ou *phase de décomposition* de la molécule, le noyau C^{12} se divisant alors en deux ou trois parties ou davantage. »

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 184.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du fluorure de bore sur certaines classes de composés organiques.* Note de M. FR. LANDOLPH, présentée par M. Berthelot.

« I. Les résultats de mes recherches, que j'ai eu l'honneur d'exposer jusqu'à présent à l'Académie des Sciences, ne portent que sur un nombre fort restreint de composés déterminés. Mais, en poursuivant l'étude commencée dans cette direction, je me suis aperçu bien vite que le fluorure dissous réagit d'une manière parfaitement caractéristique sur des séries tout entières de matières organiques, et je me propose, dans la présente Note, d'établir une loi générale qui peut être conçue dans les termes suivants :

» *Le fluorure de bore se combine en des proportions définies, équivalent pour équivalent, avec les aldéhydes, avec les acétones et avec les carbonyles.*

» Cette loi ressort d'une manière évidente des expériences faites avec les aldéhydes éthylique, valérique et benzylique. En fait d'acétones, j'ai employé l'acétone ordinaire et le méthylnonylacétone (essence de rue). Quant aux carbonyles, j'ai déjà démontré que le camphre, composé typique de cette classe de composés organiques, absorbe tout juste un équivalent de fluorure de bore.

» L'absorption du fluorure de bore par ces matières différentes est immédiate et comparable sous ce rapport à l'absorption de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque par les éléments de l'eau.

» La combinaison du fluorure de bore avec les produits mentionnés est accompagnée chaque fois d'un dégagement de chaleur assez considérable.

» J'ai vérifié, par des pesées exactes, que chaque équivalent d'un de ces composés absorbe exactement un équivalent de fluorure de bore. Quant aux détails, je les ferai connaître dans une série de Notes ultérieures.

» II. L'acétone chimiquement pur (point d'ébullition 57 degrés) absorbe exactement un équivalent de fluorure de bore. Le composé qui résulte de cette combinaison est une matière sirupeuse et d'une couleur foncée. A une première distillation, on isole deux produits différents :

» 1° L'acétone fluoboré, qui bout de 130 à 140 degrés;

» 2° Un composé bouillant de 160 à 170 degrés.

» L'acétone fluoboré est un liquide de consistance sirupeuse, transparente et d'une couleur jaune orange. Il fume à l'air et il brûle avec une flamme verte; la distillation le décompose et il est également détruit par l'eau.

» III. L'éthylène fluoboré (C^2H^3, BFl^2) se décompose également de suite, en présence de l'eau, en un liquide bouillant aux environs de 10 à 15 degrés, qui a une odeur éthérée extrêmement agréable. C'est probablement l'éther fluorhydrique (C^2H^5, Fl) ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les peptones.* Note de M. A. Henninger, présentée par M. Wurtz.

« D'après les analyses de Lubavin, de Möhlenfeld, de Kistiakowsky et d'autres observateurs, les peptones semblaient contenir beaucoup moins de carbone et d'azote que les matières albuminoïdes. On en avait conclu que les peptones sont des produits sinon impropres, du moins peu utiles à la nutrition (Brücke, Voit) et que les matières albuminoïdes absorbées en nature par l'intestin fournissent seules au besoin de la nutrition. Cette opinion a été renversée par les analyses récentes de la fibrine-peptone, et par les expériences physiologiques sur la valeur nutritive des peptones, expériences entreprises par Plosz et par Maly. La question a donc été ramenée au point où Mialhe et Lehmann l'avaient laissée, à savoir que les peptones possèdent la même composition que les matières albuminoïdes dont elles dérivent.

» Il était important de fournir une démonstration analogue pour l'albumine-peptone et la caséine-peptone, et c'est précisément à cet effet que j'ai cherché à préparer ces substances dans un grand état de pureté. Voici les moyennes de mes analyses des peptones séchées à 110 degrés; dans le calcul, j'ai déduit les cendres.

	Cendres pour 100.
I. Fibrine-peptone	0,31
II. Albumine-peptone	0,54
III. Caséine-peptone	1,15

	I.	II.	III.
C	51,43	52,28	52,13
H	7,05	7,03	6,98
Az	16,66	16,38	16,14

» Herth a publié tout récemment des chiffres voisins pour l'albumine-peptone.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de l'Université de Genève.

» Sans vouloir discuter ici les opinions émises sur la nature des peptones, je dirai cependant qu'on a considéré ces matières, tour à tour, comme des produits de dédoublement (Meissner, Mulder et d'autres), comme des matières albuminoïdes privées de sels et de structure moléculaire intérieure (Adamkiewicz), comme des matières albuminoïdes dépolymérisées ou modifiées par isomérie (Mialhe, Lehmann, Maly, Herth), enfin comme des produits d'hydratation (Wurtz, Hoppe-Seyler). Cette dernière hypothèse réunit toutes les probabilités. Les peptones se forment précisément sous l'influence des agents que nous sommes habitués à voir produire des hydratations : l'eau bouillante, les acides étendus, certains ferments accomplissent cette métamorphose des matières albuminoïdes. Mais la composition des peptones, si proche de celle des matières protéiques, ainsi qu'il ressort des chiffres précédents, permet-elle de faire une semblable hypothèse ?

» La teneur un peu plus faible en carbone (0,5 à 1 pour 100) et en azote des peptones vient lui donner son appui ; par contre, la proportion d'hydrogène, qui est la même pour les deux classes de corps, semble, au premier abord, plaider contre toute fixation d'eau ; mais, si l'on tient compte du poids moléculaire élevé des matières albuminoïdes, qui est de 1612 d'après la formule de Lieberkühn, formule certainement trop simple encore, on voit que l'addition de chaque molécule d'eau, c'est-à-dire de 18, augmente la teneur centésimale en hydrogène, d'une proportion tout à fait insignifiante, de 0,05 pour 100 environ. On conçoit, en conséquence, que le dosage de l'hydrogène ne puisse fournir aucun renseignement utile.

» Ces considérations m'ont engagé à étudier l'action des déshydratants sur la fibrine-peptone et, après bien des essais infructueux, j'ai choisi l'anhydride acétique. Si l'on chauffe à 80 degrés un mélange de 10 parties de fibrine-peptone et de 25 parties d'anhydride acétique, la masse se liquéfie bientôt; au bout d'une heure, on fait le vide dans l'appareil et l'on recueille ainsi par distillation un mélange d'acide et d'anhydride acétique. Le résidu du ballon, contenant encore beaucoup d'anhydride acétique, est repris par l'eau chaude qui en dissout la plus grande partie ; la solution trouble ne peut être éclaircie par filtration, et il faut l'abandonner à elle-même pendant plusieurs jours pour permettre aux parties insolubles de se déposer. Le liquide clair est soumis ensuite à la dialyse jusqu'à ce qu'il n'offre plus qu'une très-faible réaction acide. Il se trouble alors par la chaleur ou par l'acide nitrique, et le précipité est soluble dans un excès d'acide. Il précipite par le ferrocyanure de potassium et une foule de sels, surtout en présence d'un excès d'acide acétique. Il précipite abondamment lorsqu'on y

ajoute une très-petite quantité de potasse, et le précipité se redissout dans le moindre excès d'alcali.

» On le voit, la matière tenue en dissolution possède les réactions de la syntonine débarrassée de l'excès d'acide par la dialyse, mais elle en diffère par un caractère : le précipité formé par la potasse et dissous dans une plus grande quantité d'alcali ne reparaît, par addition d'acide acétique, que lorsqu'on a employé un très-léger excès de potasse; un grand excès d'alcali fait perdre au liquide la propriété de précipiter par les acides et par le ferrocyanure de potassium. La syntonine, par contre, fournit, dans les mêmes conditions, des solutions alcalines précipitables de nouveau par l'acide acétique et le ferrocyanure.

» Je me propose de revenir bientôt sur ce produit; évidemment il n'est pas identique avec la syntonine, mais sa coagulation par la chaleur et par l'acide azotique le rapproche des matières albuminoïdes, et sa formation aux dépens des peptones me semble constituer un fait intéressant.

» Les nouvelles recherches paraissent donc indiquer que les peptones résultent d'une fixation d'eau sur les matières albuminoïdes, et viennent confirmer ainsi l'hypothèse émise par M. Dumas, il y a plus de 30 ans, d'après laquelle « la pepsine détermine la liquéfaction des matières azotées » par un phénomène analogue à celui de la diastase sur l'amidon. »

» On peut les comparer aux acides amides, ou plus particulièrement aux acides uramiques, les matières albuminoïdes étant des uréides complexes.

» En terminant, je demande à l'Académie la permission d'ajouter que la dyspeptone, résidu insoluble de la digestion pepsique des matières albuminoïdes, semble préexister dans ces matières, que la métapeptone est de la matière protéique non digérée, et enfin que les modifications *a* et *b* des peptones de Meissner constituent, selon moi, des mélanges de peptones véritables (modification *c* de Meissner) avec de petites quantités de matières albuminoïdes non altérées. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations anatomiques sur certaines glandes cutanées excrétoires chez des Tortues fluviatiles de Chine.* Note du P. RATHOUIS, présentée par M. Milne-Edwards.

« Hunter, M. Owen et quelques autres anatomistes avaient depuis longtemps signalé l'existence de glandes sous-cutanées d'un volume considérable dans diverses parties du corps chez quelques Tortues, telles que la *T.*

indica et le Chéloné; mais ces organes sécréteurs diffèrent notablement de ceux que l'auteur et le P. Heude ont découvert chez les *Trionyx* et l'*Emys Reevesi* de la Chine. Chez les premiers, ces glandes affectent la forme de poches contractées; elles débouchent au dehors par un long canal et elles sont au nombre de trois paires. Chez l'Emys, elles sont au nombre de quatre; seulement leur rôle physiologique n'est pas connu. Dans un Mémoire, qui est accompagné de figures, et qui paraîtra prochainement dans les *Annales des Sciences naturelles*, l'auteur en donne une description complète. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Structure des Lepidodendron* (Lepidodendron Rhodumnense). Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« La première tige qui ait donné quelques notions exactes sur la structure interne des *Lepidodendron* est celle qui a été rencontrée dans le terrain houiller inférieur de Hesley-Heat, dans le Northumberland, par Vernon Harcourt, recteur de Rothbury. Étudiée par H. Witham ([1]), qui lui donna le nom de *Lepidodendron Harcourtii*, puis décrite de nouveau par Lindley et Hutton ([2]) et ensuite par Ad. Brongniart ([3]), elle est venue confirmer le rapprochement qu'avait fait ce dernier, entre les *Lepidodendron* et les Lycopodiacées, uniquement d'après l'examen des empreintes. Mais, pour Witham et les auteurs du *Fossil Flora*, les *Lepidodendron* formeraient le passage entre les Lycopodiacées et les Conifères, tandis que pour Brongniart ce sont de vraies Lycopodiacées, voisines des *Psilotum* et *Tmesipteris*.

» Le *Lepidodendron Harcourtii* (Witham) se compose essentiellement d'une *moelle* centrale entourée par un cylindre vasculaire continu, formé, du côté de la moelle, de larges vaisseaux scalariformes sans trace de rayons médullaires et, à l'extérieur, d'étroits vaisseaux rayés et spiralés, d'où partent les faisceaux vasculaires qui, s'écartant d'abord lentement de l'axe, se rendent ensuite presque horizontalement vers les cicatrices laissées à la surface de la tige par la chute des feuilles.

([1]) *Trans. of nat. Hist. Soc. of Newcastle*, 1832, et *Fossil vegetables found in the carboniferous deposits.* Édimbourg, 1833.

([2]) *Fossil flora of Great Brit.*, t. II, p. 46.

([3]) *Structure comparée du* Sigillaria elegans *avec celle des* Lepidodendron *et* Stigmaria (*Archives du Muséum*, t. I, 1839).

» L'épaisseur de l'anneau ligneux ne dépasse pas $0^m,001$, et son diamètre extérieur $0^m,008$. Ce cylindre est entouré d'un tissu parenchymateux assez solide, suivi d'un parenchyme cortical un peu plus lâche, enfin d'une zone de cellules étroites, plus allongées, disposées en séries régulières, et qui, aux yeux des savants anglais, rappellerait la structure du bois des Conifères. Le plus grand diamètre du *Lepid. Harcourtii* est de $0^m,042$ et le plus petit de $0^m,035$ environ.

» Les rameaux ou tiges de *Lepidodendron* rencontrés depuis, assez rarement toutefois, avec leur structure conservée, ont offert la même disposition générale des tissus. Unger (¹) déclare, en effet, que le *Lepid. nothum* ne diffère que très-peu du *Lepid. Harcourtii*, et que le *Lepid. Richteri* n'en diffère pas du tout.

» Il en est de même pour le *Lomatophloios crassicaule* étudié par Corda (²) et pour les divers *Lepidodendron* décrits par M. Binney (³), un seul excepté, le *Lepid. vasculare*, qui n'est peut-être que le *Sigillaria vascularis* du même auteur.

» Les tiges de *Halonia*, de *Ulodendron*, figurées par MM. Williamson (⁴) et Binney (⁵), ne s'éloignent pas sensiblement non plus par leur structure interne du *Lepid. Harcourtii*.

» Je crois donc qu'il y a intérêt à signaler un nouveau type de *Lepidodendron* bien différent de ce dernier.

» J'en ai étudié de jeunes rameaux, plusieurs fragments de tiges, et des cônes renfermant des fructifications. Les échantillons en ont été trouvés par M. Grand'Eury, à Combres (Loire), dans les bancs quartzeux du terrain anthracifère.

» *Rameaux*. — Le diamètre des rameaux est d'environ $0^m,003$; ils portent encore des feuilles disposées d'après l'ordre $\frac{2}{11}$; celles-ci s'éloignent de l'axe presque perpendiculairement, et, à une distance d'environ $0^m,002$, elles se redressent et deviennent obliques. Une coupe transversale faite très-près de leur base est un quadrilatère à côtés concaves, plus large horizontalement que verticalement; ses angles supérieur et inférieur sont ar-

(¹) *Beiträge zur Palæontographie des thüringer Waldes*, 1856.

(²) *Beiträge zur flora des Vorwelt*, 1845.

(³) *Observations on the structure of plant found in the carboniferous strata*; London, Paleontographic Society, 1871.

(⁴) *On the organisation of the fossil plants of the coal measures* (Lycopodiacées) (*Philos. Transact.*, 1871, 1872).

(⁵) *Loc. cit.*

rondis, les latéraux aigus; elles renferment un seul faisceau vasculaire.

» L'axe du rameau est occupé par un *cylindre vasculaire plein*, sans trace de tissu cellulaire. Cela ne tient pas à sa jeunesse, car, dans un jeune rameau de même dimension, du groupe du *Lepid. Harcourtii*, recueilli près de Manchester, il existe une cavité médullaire centrale parfaitement nette.

» Le cylindre ligneux est formé de gros vaisseaux scalariformes, et à sa circonférence on compte onze faisceaux vasculaires, parallèles aux génératrices du cylindre et qui envoient, alternativement de deux en deux, des cordons vasculaires dans les feuilles; ces cordons s'éloignent de l'axe presque perpendiculairement. Cette disposition est bien différente de celle du jeune rameau que j'ai décrit plus haut.

» L'écorce est formée, à l'extérieur, d'un tissu fibreux dense, bien conservé, puis, en dedans, de plusieurs assises de cellules subéreuses, enfin d'un tissu lâche entourant l'axe ligneux, mais généralement détruit.

» *Tige.* — Au milieu, on remarque un cylindre ligneux presque plein, dont le diamètre extérieur atteint $0^m,022$, uniquement formé de vaisseaux scalariformes, les plus gros étant au centre. Souvent il existe, dans l'axe même, une cavité due soit à un déchirement du tissu, soit à ce que cette région n'était pas encore complétement remplie; toutefois, aucune trace de cellules n'a pu être constatée dans cette cavité ni au milieu des éléments scalariformes.

» A la circonférence du cylindre ligneux, et sur un seul rang, se voient de nombreux faisceaux vasculaires, d'où partaient les cordons vasculaires destinés aux feuilles.

» L'écorce est formée, à l'extérieur, d'un tissu fibreux, puis d'une couche très-développée, analogue, pour la *structure* et la *disposition*, à la zone subéreuse du *Sigillaria spinulosa* [1]. Cette couche, qui a ici plus de 1 centimètre d'épaisseur, se rencontre souvent isolée et avec un bien plus grand développement encore dans des tiges plus âgées.

» La couche cellulaire formée d'un tissu lâche qui existait entre ce suber et le cylindre ligneux est généralement détruite.

» *Fructification.* — Les fructifications se composent de cônes volumineux contenant de nombreux *microsporanges* et *macrosporanges*. Je ne signalerai ici que la présence, dans la paroi inférieure des microsporanges, d'un tissu élastique, destiné à déterminer leur déhiscence.

---

(1) *Savants étrangers*, t. XXII, *Sur le Sigillaria spinulosa;* par MM. Renault et Grand'Eury.

» On connaît donc aujourd'hui deux groupes de *Lepidodendron*, l'un à cylindre ligneux très-peu épais, même dans les tiges développées (*Lomatophloios crassicaule*, Corda), circonscrivant une moelle volumineuse; certains *Lepidostrobus*, tels que le *Lepidost. Dabadianus* (Schimper), appartiennent à ce groupe; l'autre à cylindre ligneux considérable, sans moelle incluse, avec une écorce subéreuse très-épaisse; quelques cônes déjà décrits (*Lepidostrobus Brownii*, Brong.) en feraient partie. Il est très-important de faire remarquer que, dans ces deux groupes, les faisceaux trachéens qui envoient des cordons dans les feuilles sont *toujours* placés à la circonférence du cylindre ligneux que forment essentiellement de gros vaisseaux scalariformes. »

GÉOLOGIE. — *Présence et rôle des sels ammoniacaux dans les mers modernes et dans les terrains salifères de tous les âges*. Mémoire de M. L. **Dieulafait**, présenté par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« 1° L'existence de l'ammoniaque dans les eaux des mers, signalée par M. Marchand et par M. Boussingault, est un fait général. J'ai reconnu sa présence dans toutes les eaux que traversent les paquebots qui font le service entre Marseille et l'Indo-Chine. La quantité d'ammoniaque (AzH^3) trouvée dans un litre d'eau de la Méditerranée, près des côtes de France, est de $0^{mgr},22$; c'est presque exactement celle que M. Boussingault a rencontrée dans l'eau de la Manche ($0^{mgr},2$). Pour les autres régions, la quantité a varié de $0^{mgr},13$ (golfe de Bengale, long. O. 87°, 55; lat. N. 5°, 34) à $0^{mgr},36$ (côte de Cochinchine, long. E. 107°, 23; lat. N. 14°, 37).

» 2° Quand les eaux de mer se concentrent, l'ammoniaque augmente, mais pas proportionnellement à la quantité d'eau qui s'évapore. La cause en est que, suivant la prévision de M. Boussingault, comme je m'en suis assuré, une partie de l'ammoniaque formée passe incessamment dans l'atmosphère.

» 3° Aux diverses périodes de concentration des eaux, il se développe des végétations variées qui tombent au fond des bassins, et dont le mélange avec les vases d'origine minérale constitue une boue noire très-particulière, qu'on ne retrouve que là où les eaux de mer se concentrent, boue caractérisée par cette circonstance tout à fait spéciale qu'elle renferme toujours des quantités relativement très-considérables de sels ammoniacaux.

Ainsi, ces boues, prises dans l'étang de Lavalduc, renferment, à volume égal, *deux cent-cinquante* fois plus d'ammoniaque que l'eau de la Seine quand elle a traversé Paris, et plus de *quinze* fois la quantité contenue dans l'eau de la Bièvre.

» 4° Le groupe des gypses modernes formés dans les marais salants comprend trois catégories de dépôts : 1° du gypse pur; 2° des eaux troubles avec cristaux de gypse et débris divers; 3° des boues noires renfermant peu de gypse. 1 kilogramme de chacun de ces produits a cédé à l'eau, par un simple contact pendant vingt-quatre heures :

	Ammoniaque (AzH^3).
	mgr
Gypse pur..	1,6
Eau trouble.....	3,4
Boues noires....	8,3

» 5° On retrouve dans les gisements gypsifères des terrains sédimentaires trois groupes de substances correspondant exactement aux trois précédents : 1° gypse pur; 2° gypse *gris;* 3° boues noires. 1 kilogramme de chacune de ces trois substances traitées comme ci-dessus a donné :

	mgr		mgr
Gypse pur.........	0,8	à	3,2
Gypse gris.......	2,4	à	6,2
Boues noires....................	10,6	à	18,0

» Ces faits et cette concordance constituent un argument aussi nouveau qu'imprévu en faveur de l'opinion que je soutiens, l'*origine purement sédimentaire des dépôts salifères de tous les âges.*

» 6° La présence des sels ammoniacaux dans les gypses entraîne cette conséquence que, dans l'opération industrielle de la cuisson du plâtre, il doit se dégager des sels ammoniacaux. C'est ce que l'observation a justifié.

» 7° Désormais la question de l'ammoniaque et des matières organiques devra entrer en ligne de compte, quand on voudra expliquer l'action du plâtre en agriculture. Des expériences exécutées à Bechelbronn, sur une grande échelle, par M. Boussingault et avec tout le soin que l'on sait, ont démontré que le plâtre cru avait sur la végétation une action plus puissante que le plâtre cuit.

» 8° L'acide borique rejeté par les *lagoni* de la Toscane est souvent

accompagné d'ammoniaque et de matières organiques. Cette association tout à fait inexplicable, quand on regarde l'acide borique comme un produit direct de l'activité volcanique, s'explique au contraire tout naturellement, et devient même un fait nécessaire, si l'on admet, comme je le fais, que l'acide borique existe dans les terrains salifères des *lagoni*, et que le rôle des actions volcaniques est un rôle purement mécanique.

» 9° M. Boussingault a signalé ce fait extraordinaire que l'eau du lac d'Enghien ne renferme que $0^{mgr},07$ d'ammoniaque par litre, tandis que la source sulfureuse alimentée par l'eau de ce lac en renferme $5^{mgr},06$, c'est-à-dire *soixante-douze* fois plus. M. Bouis a constaté plus tard que certaines sources sulfureuses ne renfermaient pas trace d'ammoniaque, tandis que d'autres en renfermaient des quantités considérables.

» Ces résultats me paraissent s'expliquer par cette circonstance, que les eaux pauvres en ammoniaque n'ont pas trouvé l'un des deux horizons salifères du trias ou de la formation tertiaire. L'eau du lac d'Enghien, presque privée d'ammoniaque, en renferme au contraire en quantité relativement considérable, quand elle émerge à la source sulfureuse; cela tient uniquement à ce que, pour aller du lac au point d'émergence, les eaux traversent les gypses où elles dissolvent les sels ammoniacaux que ceux-ci renferment.

» 10° Les eaux minérales nettement salines se minéralisent exclusivement dans les deux horizons salifères du trias et de la formation tertiaire; or, ces deux horizons, ce Mémoire l'établit, renferment toujours des quantités notables de sels ammoniacaux, et nous arrivons naturellement à cette conclusion générale : *Toutes les eaux minérales nettement salines doivent renfermer des quantités anomales de sels ammoniacaux, que ces eaux soient sulfureuses ou non sulfureuses, qu'elles soient thermales ou qu'elles ne le soient pas.* »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Preuve expérimentale du croisement incomplet des fibres nerveuses dans le chiasma des nerfs optiques. Section longitudinale et médiane du chiasma non suivie de cécité.* Note de M. NICATI, présentée par M. Vulpian.

« Biesiadecki, Mandestamm et Michel sont venus successivement en Allemagne battre en brèche l'opinion admise depuis les travaux de Newton, Wollaston, Hannover, d'un croisement incomplet des fibres nerveuses optiques dans le chiasma. De nombreux travaux parus dès lors n'ont pas

élucidé la question, car récemment encore Michel a soutenu, dans un long Mémoire contre Gudden, l'existence d'un croisement complet pour tous les Mammifères examinés et pour l'homme.

» 1. L'expérience suivante doit détruire tous les doutes; elle prouve que le croisement est incomplet chez le chat. Que l'on sectionne le chiasma sur la ligne médiane et que l'animal y voie encore, la preuve est donnée.

» Or, cette vivisection a été exécutée par MM. Eug. Dupuy et Brown-Séquard et par M. Beauregard : ce dernier opérait sur des oiseaux. M. Brown-Séquard ne dit pas quels animaux ont été expérimentés par lui ; mais, d'après le reste du travail, il paraît probable que les expériences ont été faites uniquement sur des lapins et des cochons d'Inde. Le résultat obtenu dans les deux cas a été la cécité complète.

» Le résultat que j'ai obtenu a été bien différent. J'ai opéré sur des chats. Ces animaux ne perdent point la vue par le fait d'une section longitudinale faite sur le milieu du chiasma. Après cette opération, ils se conduisent même sûrement et donnent les preuves les plus diverses de l'existence de la vision.

» Il faut choisir pour cette opération de jeunes chats, au moment où ils commencent à se mouvoir librement et avec vivacité. Ces animaux supportent bien l'opération et leur vivacité permet de constater facilement s'ils y voient.

» La section se fait par la bouche, en pénétrant dans la cavité cranienne à travers les os de la base. Je me sers à cet effet d'un bistouri d'une forme particulière et dont la courbure rappelle celle d'une clef pour arracher les dents. (Il est fait d'un seul fil d'acier trempé, dont l'extrémité est limée de manière à constituer une lame droite et tranchante de $0^m,012$, portée à angle droit sur une partie longue de $0^m,010$, longueur correspondant à l'épaisseur entre le palais et la dure-mère ; le reste du fil sert à former le manche, qui est recourbé latéralement et à angle droit sur la partie précédente. Ce manche lui-même subit une nouvelle courbure destinée à éviter l'arcade dentaire.)

» A l'aide de ce bistouri on perfore la base du crâne à la limite entre le palais osseux et le voile du palais, puis, faisant pénétrer l'instrument plus avant, on amène la lame en arrière et en bas sur le chiasma, que l'on sectionne en l'appuyant fortement contre l'os.

» 2. Désirant prouver que le résultat acquis pour le chat est applicable à l'homme, j'ai cherché à établir l'identité de structure entre leurs chiasmas. Le chiasma de l'homme, du chat, du chien, se distingue nettement

de celui du lapin, du cochon d'Inde, en ce qu'il est beaucoup plus large. J'ai fait mesurer leurs surfaces de section, et j'ai trouvé entre elles des rapports constants, qui sont les mêmes pour le chat et pour l'homme, mais diffèrent absolument de ceux que l'on obtient pour le lapin.

» Ainsi, pour l'homme et pour le chat, la surface carrée d'une section perpendiculaire suivant la ligne médiane, comparée à la surface d'une section en sens transversal par le milieu de l'organe, est dans le rapport de 1 à 3. La section transversale offre, en d'autres termes, une surface trois fois supérieure à celle d'une section perpendiculaire. Pour le lapin, au contraire, où le croisement paraît être complet, ces deux sections sont de surface égale.

» Au développement en largeur du chiasma de l'homme et du chat, correspond le fait que nerfs et bandelettes se joignent au chiasma sous un angle très-obtus, contrairement à ce qui a lieu pour le lapin et le cochon d'Inde. »

M. **Léon** adresse une Note sur l'avantage qui résulterait de la désignation des pièces d'or de tous les pays par leur poids en gramme.

M. **Galippe** adresse une Note relative à de nouvelles expériences sur les effets toxiques du cuivre.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juin 1878.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Lyon pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles, par H. Toussaint; 1re Thèse : *De l'intervention des puissances respiratoires dans les actes mécaniques de la digestion;* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Toulouse, impr. Pradel, Viguier et Boé, 1877; in-8°.

Traité complet d'équitation rationnelle et de dressage du cheval. Causeries équestres, précédées de la tactilité animale. Étude nouvelle de Physiologie com-

parée; par E. DEBOST. Paris, Dumaine, 1878; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Des vers chez les enfants et des maladies vermineuses; par le Dr E. GOUBERT. Paris, O. Doin, 1878; 1 vol. in-18°.

Recherches sur l'anatomie normale et pathologique du sang; par G. HAYEM. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Étude d'hygiène industrielle sur la houille et ses dérivés. De l'anémie des mineurs dite d'Anzin; par le Dr A. MANOUVRIEZ. Valenciennes, G. GIARD, 1878; in-8°.

Maladies et hygiène des ouvriers travaillant à la fabrication des agglomérés de houille et de brai; par le Dr A. MANOUVRIEZ. Paris, J.-B. Baillière, 1876; in-8°.

Les signes physiques des folies raisonnantes (état mental de Sandon), étude clinique; par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°.

Etude clinique sur la peur des espaces (agoraphobie des Allemands, névrose émotive); par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°.

La folie du doute (avec délire du toucher); par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, A. Delahaye, 1875; in-8°.

La folie héréditaire. Leçons professées à l'École pratique; par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°.

Etude médico-légale sur les épileptiques; par le Dr LEGRAND DU SAULLE. Paris, A. Delahaye, 1877; in-8°.

Le traitement du daltonisme dans les écoles; par A. FAVRE. Lyon, Association typographique, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Du daltonisme dans ses rapports avec la navigation; par A. FAVRE. Lyon, Assoc. typogr., 1877; br. in-8°. (Présenté par M. Bouley, avec de nombreux documents imprimés et manuscrits.)

Tous les ouvrages qui précèdent sont renvoyés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.

ERRATA.

(Séance du 20 mai 1878.)

Page 1219, lignes 10 et 14, *au lieu de* formules (27), *lisez* formules (20).

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Écart de la normale. (5)	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol (9)	à 0m,20 (midi) (10)	à 0m,30 (midi). (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE ENREGISTREUR. (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (sans correction locale). (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	pll	mg
1	746,6	9,3	20,2	14,8	2,7	13,7	13,9	25,0	18,5	13,6	13,4	10,8	93	4,9	0,7	9,1	0,6
2	753,9	10,5	18,7	14,6	1,8	13,6	.	.	17,4	13,7	13,5	9,8	87	.	2,1	.	0,5
3	757,5	8,1	17,8	13,0	−0,4	14,2	14,5	35,6	17,8	13,6	13,5	9,5	81	.	1,7	10,2	0,5
4	757,6	11,8	18,5	15,2	1,9	14,6	.	.	19,4	14,3	13,9	8,6	72	.	3,1	.	0,2
5	754,7	7,3	22,1	14,7	1,6	15,5	16,0	52,6	17,6	13,7	13,6	8,6	66	.	4,0	20,7	0,4
6	748,3	12,3	22,0	17,2	4,0	16,6	16,6	21,9	20,4	14,9	14,5	11,2	81	0,1	1,6	5,8	0,5
7	747,8	12,6	16,3	14,5	0,7	14,0	13,0	15,4	15,8	15,2	14,8	10,3	92	11,8	0,9	0,5	0,9
8	748,9	9,6	18,8	14,2	0,5	13,0	11,3	39,7	20,2	14,5	14,4	8,4	85	3,4	1,6	−27,9	0,8
9	751,2	5,6	20,4	13,0	−0,6	13,8	14,1	39,8	17,5	14,0	14,0	8,9	80	0,1	1,7	16,9	0,4
10	750,1	7,5	24,3	15,9	2,5	17,8	18,7	52,6	18,4	14,2	14,1	10,1	69	.	3,0	16,0	0,4
11	748,5	12,7	21,8	17,3	3,6	17,4	16,1	36,1	20,6	15,7	15,3	11,1	86	1,2	1,7	6,4	0,4
12	747,7	9,5	23,9	16,7	3,1	17,8	18,1	66,9	20,3	15,7	15,4	9,9	74	0,6	3,0	8,3	0,8
13	748,4	11,1	20,2	15,7	2,3	15,0	14,1	48,4	19,0	16,4	16,2	9,0	77	1,2	2,8	4,9	1,1
14	746,6	10,3	20,1	15,2	1,9	14,4	.	.	17,3	15,8	15,7	9,5	83	4,5	2,3	.	1,0
15	749,4	8,1	20,0	14,1	0,5	13,3	12,4	18,4	15,1	14,9	15,1	8,9	84	9,1	1,6	−19,5	1,4
16	756,7	9,0	19,2	14,1	0,2	15,3	15,0	40,9	17,4	14,5	14,6	9,8	78	0,1	2,4	6,1	1,6
17	759,6	11,9	25,3	18,6	4,0	19,4	19,6	48,9	20,9	15,2	15,0	12,5	77	.	2,7	4,5	1,7
18	754,6	13,8	27,1	20,5	5,9	20,4	19,9	47,8	22,6	16,4	16,1	11,9	70	.	4,1	6,0	1,0
19	757,9	11,6	20,5	16,1	1,5	16,2	14,5	62,3	18,5	17,1	16,8	8,5	68	.	4,1	7,7	0,6
20	755,6	8,0	17,5	12,8	−1,9	13,1	11,8	38,9	15,5	16,4	16,4	7,6	74	1,4	2,4	8,1	0,7
21	755,5	7,4	15,8	11,6	−3,1	11,2	10,1	47,3	15,8	15,5	15,7	6,1	66	0,0	3,4	10,9	0,6
22	756,6	5,3	17,5	11,4	−3,2	12,3	11,5	63,1	15,8	14,9	15,1	6,6	66	.	2,8	8,9	0,5
23	746,4	7,9	14,9	11,4	−3,5	11,7	.	15,0	11,0	14,8	15,1	9,5	89	10,0	0,8	.	0,6
24	740,6	12,6	20,2	16,4	1,5	14,2	14,2	31,7	18,0	14,7	14,7	9,7	80	3,5	2,0	11,8	0,7
25	747,8	8,4	15,4	11,9	−3,1	11,2	10,5	23,9	17,1	14,2	14,4	7,4	78	3,1	1,8	0,0	1,2
26	754,1	4,7	18,6	11,7	−3,6	12,4	11,4	56,1	14,6	13,8	14,0	8,5	83	1,6	2,1	−5,4	0,6
27	752,6	8,3	19,4	13,9	−1,6	13,9	13,5	61,7	18,5	14,5	14,4	8,8	80	0,1	2,3	11,7	0,7
28	748,5	8,6	12,9	10,8	−4,9	11,0	10,7	12,3	10,7	14,9	14,8	9,0	96	12,4	0,4	−5,4	0,7
29	752,1	7,9	17,5	12,7	−3,0	11,8	11,3	19,6	15,8	13,8	14,0	9,3	91	0,1	0,8	5,8	0,9
30	756,9	10,1	17,9	14,0	−1,2	12,5	12,8	16,1	19,3	14,0	14,0	9,6	90	0,5	0,9	6,7	0,4
31	752,9	8,3	21,3	14,8	−0,9	14,5	14,9	30,9	19,8	14,2	14,2	9,1	74	0,1	2,7	11,9	0,4

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyenne des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.) (18)	Inclinaison. (Fortification.) (19)	Intensité horizontale. (Parc.) (20)	Intensité totale. (Parc.) (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
						km	kg			
1	17°.4',1	65°.30',9	1,9324	4,6431	S	11,0	1,1	SSW	7	Ondées orageuses jusque vers 5^h soir.
2	.	.	.	.	NW	15,7	2,4	NNW	.	Rosées notables. Ciel variable.
3	4,4	31,3	9315	6424	Très-variable	5,0	0,2	WSW	9	Rosée le matin, puis couvert.
4	.	.	.	.	NNW	9,7	0,9	NNW	.	Peu nuageux le soir et rosées.
5	4,9	31,5	9317	6432	NE	14,6	2,0	E à S	2	Rosées, cirrhus et cirrho-stratus. Éclairs le soir.
6	3,8	31,0	9318	6421	S	10,8	1,1	SSE	10	Gouttes de pluie par intervalles.
7	4,2	31,2	9317	6423	WNW	9,8	0,9	NW	10	Pluies de 0^h40^m à 3^h55^m m. et depuis 2^h15^m s.
8	3,4	31,4	9320	6436	WSW	13,7	1,8	W	6	Pluvieux s. et m., surtout vers 8^h m. et à 6^h30^m s.
9	3,9	31,0	9324	6434	E à S	7,7	0,6	W *k*	6	Rosées matin et soir. Dépôt mesurable.
10	3,1	30,4	9324	6418	ESE	11,3	1,2	W *k*	5	Forte rosée le matin. Ciel variable. Éclairs.
11	3,5	31,0	9316	6418	S	14,8	2,1	SSW	9	Pluvieux de 8^h30^m m, à 1^h30^m s. Éclairs.
12	3,6	30,8	.	.	SSW	7,3	0,5	SSW	4	Forte rosée le matin. Orage à 10^h45^m s.
13	4,1	30,3	9322	6410	WSW à S	19,7	3,7	SW	7	Matinée pluvieuse. Cirrhus épais. Halos le soir.
14	.	.	.	.	SW	23,4	5,2	S à W	.	Bourrasque le matin. Pluie le jour, surtout de 1 h 30 m à 5 h 30 m matin et à 3 h 45 m soir.
15	3,2	33,0	9299	6434	S à W	23,4	5,2	SW	10	Pluies d'orage depuis midi, tonnerre à midi 15.
16	2,9	32,7	9302	6432	SSW	24,0	5,4	SW	9	Pluies cessant à 2^h30^m m.
17	3,4	31,7	9304	6409	S	16,1	2,4	S à W	5	Cirrhus et cirrho-cumulus.
18	2,5	31,3	9307	6404	S à W	20,0	3,8	WSW *k*	4	»
19	1,8	31,5	9296	6382	WSW	23,5	5,2	WSW	4	»
20	0,9	31,7	9304	6407	WSW	17,8	3,0	WSW	8	Pluvieux l'après-midi et le soir, surtout de 7 h 20 à 8 h 15.
21	2,1	31,9	9313	6435	W ¼ NW	20,7	4,0	W	4	Gouttes de pluie par intervalles le jour.
22	2,2	31,8	9318	6446	W à S	16,2	2,5	W	4	État du ciel variable.
23	.	.	.	.	SSW	22,2	4,6	SW	10	Pluvieux depuis 6^h40^m m., avec signes orageux.
24	2,5	31,7	9315	6432	SW	29,9	8,4	SW *k*	9	Pluie cessant à 1^h10^m s. après averse et rafales.
25	2,7	32,1	9315	6444	SW à NW	19,7	3,7	NW	7	Pluies d'orages le matin de 6^h20^m à 9^h15^m.
26	2,1	31,6	9320	6443	WNW à S	15,2	2,2	W *k*	7	Soirée pluvieuse, surtout de 5^h45^m à 6^h45^m.
27	2,0	31,2	9319	6430	SSW	11,2	1,2	SW	6	Gouttes de pluie vers le milieu du jour.
28	1,9	31,1	9319	6424	SW à NW	9,7	0,9	.	10	Presque toujours pluvieux, de 5 h. 40 m. à 9 h. soir et plus fort à 1 h. 30.
29	2,5	31,1	9319	6426	SW	16,4	2,5	SW à NW	10	Petites pluies intermittentes; rosée le soir.
30	2,5	31,1	9322	6433	NE	7,4	0,5	E à SE	7	Pluie d'orage de 2^h30^m à 3^h45^m s.
31	1,6	30,8	9328	6437	NE	13,4	1,7	NE	4	Rosée mesurable le matin. Ciel variable.

Oscillations barométriques extrêmes: de 758^{mm},5 le 5, à 0^h50^m m. à 746^{mm},5, le 7, à 6^h5^m s.; de 751^{mm},6 le 9, à 11^h5^m s., à 744^{mm},1 le 14, à 8^h5^m s.; de 759^{mm},6 le 17, à 0^h55^m s., à 754^{mm},0 le 18, à 9^h35^m m.; de 758^{mm},8 le 19, à 11^h50^m s., à 752^{mm},3 le 20, à 7^h40^m s.; de 756^{mm},6 le 22, à 9^h25^m s., à 740^{mm},6 le 24, à 0^h20^m s.; de 754^{mm},2 le 26, à 8^h40^m m., à 747^{mm},1 le 28, à 4^h45^m s.; de 757^{mm},0 le 30, à 11^h30^m m., à 751^{mm},1 le 31, à 7^h s.

Vitesses maxima du vent à 20^m de hauteur: de 30 à 35^{km}, les 1, 8, 11, 16, 17, 18, 25, 26 et 29; de 40 à 45^{km}, les 13, 19, 20, 21, 23; de 47^{km}, le 15; de 60^{km}, le 24; de 68^{km}, le 14.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Mai 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h	6h	9h	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	16° +	59′,1	60′,2	67′,0	66′,5	63′,7	62′,0	61′,9	16°.63′,0
Inclinaison »	65° +	(31,9)	32,1	31,3	31,1	31,1	31,2	31,2	65.31,4
Force magnétique totale	4,+	(6425)	6426	6412	6424	6437	6440	6433	4,6427
Composante horizontale	1,+	(9308)	9307	9311	9318	9323	9324	9321	1,9316
Composante verticale	4,+	(2221)	2219	2205	2213	2224	2229	2223	4,2218
Électricité de tension (éléments Daniell)		6,5	2,3	2,8	4,4	2,7	1,2	1,0	3,3
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°		751,66	751,88	751,79	751,43	751,29	751,87	751,92	751,67
Pression de l'air sec		42,58	42,26	42,02	42,00	41,76	42,56	43,10	742,37
Tension de la vapeur en millimètres		9,08	9,62	9,77	9,43	9,53	9,31	8,82	9,30
État hygrométrique		89,8	78,4	69,1	64,5	70,7	84,4	88,6	79,5
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre enregistreur (nouvel abri)		11,74	15,13	17,63	18,01	16,68	13,47	11,80	14,38
Thermomètre électrique à 20 mètres		11,40	14,45	16,43	17,11	16,53	13,46	11,48	13,96
Degré actinométrique		19,59	47,47	57,02	54,81	12,73	»	»	38,32
Thermomètre du sol. Surface		12,16	18,43	21,17	21,21	15,14	11,45	9,75	14,56
» à 0m,02 de profondeur		14,12	14,33	15,34	16,41	16,62	15,98	15,23	15,33
» à 0m,10 »		14,91	14,68	14,91	15,51	16,03	16,10	15,77	15,41
» à 0m,20 »		15,13	14,89	14,80	14,93	15,22	15,47	15,50	15,16
» à 0m,30 »		15,00	14,84	14,72	14,71	14,83	15,02	15,11	14,91
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur		7,46	10,07	7,32	18,52	7,48	11,69	7,23	t. 69,77
Pluie moyenne par heure		0,041	0,109	0,079	0,199	0,080	0,126	0,078	〃
Évaporation moyenne par heure		0,022	0,056	0,140	0,182	0,170	0,077	0,051	t. (67,5)
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		12,29	15,27	19,19	19,77	17,71	13,96	13,75	15,53
Pression moy. en kilog. par mètre carré		1,43	2,20	3,47	3,68	2,95	1,84	1,78	2,27

Données horaires.

Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.	Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Enregistreurs. Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	16. 62,7	751,74	11,24	11,34	0,46	11,88	1h soir	16. 67,8	751,70	16,68	17,87	11,76	20,22
2 »	63,3	51,59	11,01	11,03	0,49	11,26	2 »	67,5	51,59	16,91	18,05	4,82	19,23
3 »	63,2	51,49	10,82	10,72	1,56	11,96	3 »	66,5	51,43	17,12	18,01	1,94	19,87
4 »	62,3	51,48	10,74	10,54	2,61	12,53	4 »	65,3	51,30	17,22	17,81	2,81	18,59
5 »	60,7	51,56	10,89	10,72	1,68	12,66	5 »	64,4	51,24	17,07	17,40	2,41	18,11
6 »	59,1	51,66	11,40	11,74	0,66	13,47	6 »	63,7	51,29	16,53	16,68	2,26	16,42
7 »	58,2	51,76	12,27	12,88	2,82	13,67	7 »	63,2	51,46	15,65	15,52	5,35	14,79
8 »	58,6	51,82	13,36	14,26	3,87	15,34	8 »	62,6	51,66	14,56	14,33	1,77	13,84
9 »	60,2	51,88	14,45	15,13	3,38	16,81	9 »	62,0	51,87	13,46	13,47	4,57	13,26
10 »	62,7	51,89	15,37	16,09	1,35	18,46	10 »	61,6	52,01	12,51	12,89	4,52	14,26
11 »	65,2	51,86	16,02	17,03	2,02	19,59	11 »	61,5	52,02	11,86	12,28	2,17	14,03
Midi..	67,1	51,79	16,43	17,63	3,95	19,51	Minuit..	61,9	51,92	11,48	11,80	0,54	12,96

Thermomètres de l'ancien abri (moyennes du mois).

Des minima.......... 9°,4 Des maxima......... 19°,6 Moyenne.......... 14°,5

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima......... 8°,1 Des maxima......... 27°,1 Moyenne.......... 17°,6

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878.	Mai 1 à 5.	14°,3	Mai 11 à 15...	15°,6	Mai 21 à 25.........	12°,1
	» 6 à 10..	15,0	» 16 à 20...	16,9	» 26 à 30.........	12,3

N° 23.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 10 Juin 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 25.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 24 (17 Juin 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les résultats fournis par les chronomètres munis de spiraux à courbes terminales théoriques, au concours de 1877, à l'Observatoire de Neuchâtel.* Note de M. **Phillips**.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 7 janvier dernier, j'ai exposé la théorie d'un nouveau spiral réglant plat, à double courbe terminale théorique, dont j'avais suggéré l'emploi à la fin de 1871, au Locle (Suisse), et dont l'usage s'est depuis de plus en plus répandu. Il m'a semblé que l'Académie accueillerait peut-être avec quelque intérêt les documents suivants, que j'extrais du Rapport de M. le Dr Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, sur le concours des chronomètres en 1877. Ils donnent les résultats fournis par ce nouveau spiral et en général par les différents types à courbes théoriques établies d'après les principes que j'ai jadis exposés. Outre le type dont il vient d'être parlé, il en existe deux autres principaux : spiral cylindrique à double

courbe terminale théorique et spiral plat muni d'une seule courbe terminale théorique extérieure.

» Les chronomètres présentés au concours de Neuchâtel se partagent en quatre classes, savoir :

» *Classe* A : Chronomètres de marine ;

» *Classe* B : Chronomètres de poche observés dans cinq positions, dont deux à plat et trois le cadran vertical ;

» *Classe* C : Chronomètres de poche observés dans deux positions ;

» *Classe* D : Chronomètres de poche observés dans une position.

» Sur les 220 chronomètres qui ont été suivis, 186 étaient munis de spiraux à courbes théoriques. Mais je ne résumerai ici que les résultats fournis par les classes A et B, dont les épreuves sont les plus complètes et les plus décisives.

» *Classe* A. — Les 8 chronomètres observés étaient tous munis du spiral cylindrique à double courbe terminale théorique. En voici les résultats, relatifs à la variation diurne moyenne :

Numéros d'ordre.	Noms des fabricants.	Noms des régleurs.	Numéros des chronomètres.	Variation diurne moyenne.
1.......	M. Granjean, au Locle.	M. Kaurup.	94	0,12 s
2.......	*Id.*	*Id.*	92	0,13
3.......	M. Nardin, au Locle.	*Id.* *Id.*	$\frac{2}{5779}$	0,12
4.......	M. Grandjean, au Locle.	M. Borgstedt.	96	0,12
5.......	*Id.*	*Id.*	93	0,12
6.......	*Id.*	M. Jacot.	97	0,13
7.......	*Id.*	M. Kaurup.	90	0,18
8.......	*Id.*	*Id.*	100	0,21

» Trois de ces chronomètres, réglés au temps sidéral, ont été acquis par de grands établissements scientifiques de l'Europe. Le n° 93 de M. Grandjean, étant resté plus de vingt-neuf semaines à l'Observatoire, M. Hirsch en a profité pour le comparer aux chronomètres classés les premiers aux concours de Greenwich et de Hambourg en 1879, et, d'après les règles suivies à Greenwich, le n° 93 de M. Grandjean aurait occupé le premier rang. Sans attacher à cette circonstance une importance exagérée, on voit combien de progrès ont été réalisés et à quel degré de précision sont parvenus les habiles artistes de la contrée qui nous occupe.

» *Classe* B. — Sur les 45 chronomètres présentés au concours, 44 étaient munis de spiraux à courbes théoriques, savoir : 4 cylindriques, 14 plats à double courbe terminale (le nouveau type) et 26 plats n'ayant que la courbe terminale antérieure. Le résultat moyen relatif à la variation diurne moyenne est le suivant pour chaque type :

	Variation diurne moyenne.
14 spiraux plats à double courbe	$0^s,37$
4 » cylindriques à double courbe	0,40
26 » plats à une seule courbe	0,44

» Enfin le tableau suivant donne les résultats moyens relatifs aux marches dans les cinq positions :

	Variation du				
	Plat au pendu.	Pendant en haut au pendant à gauche.	Pendant en haut au pendant à droite.	Cadran en haut au cadran en bas.	Somme des 4 variations.
14 spiraux plats à double courbe	$1^s,49$	$1^s,52$	$1^s,28$	$1^s,47$	$5^s,76$
26 spiraux plats à une seule courbe	1,06	2,07	2,21	1,44	6,78
4 spiraux cylindriques	3,08	0,56	1,70	2,50	7,84

» J'ajouterai que le chronomètre de cette classe qui a obtenu le premier rang est le n° 34060 de M. Grandjean, du Locle, réglé par M. Jacot. Il est muni d'un spiral plat à double courbe théorique. Sa variation diurne moyenne a été de $0^s,21$. Quant aux marches dans les cinq positions, elles ont donné les résultats suivants :

Variation du plat au pendu	$-0^s,02$
» du pendu au pendant à droite	$-0,40$
» du pendu au pendant à gauche	$-1,30$
» du cadran en haut au cadran en bas	$+0,42$
Somme des quatre variations	2,14 »

PHYSIOLOGIE COMPARATIVE. — *Sur la reproduction gemmipare et fissipare des Noctiluques* (Noctiluca miliaris, *Suriray*); par M. Ch. Robin.

« Je résume en ces quelques lignes les faits qui suivent, non signalés jusqu'à présent ou incomplétement connus, que j'expose ailleurs en détail, à côté d'autres déjà observés, dans un Mémoire en voie de publication.

» La disparition du tentacule des Noctiluques et de la dent basilaire, celle de leur flagellum et de la dépression en sillon infundibulaire avant leur reproduction, a été notée tant par Brightwell (1857) que par Cienkowski (1871). J'ai constaté que cette disparition est constante et non accidentelle avant la fissiparité, et qu'elle a lieu par atrophie proprement dite et non par rétraction du tentacule à l'intérieur du corps. J'ai, de plus, pu suivre les phases de l'oblitération de la fente buccale comme phénomène précurseur de la gemmiparité. Avant la fissiparité, cette oblitération n'a pas lieu. Le flagellum et le tentacule tombent seulement.

» L'oblitération buccale amène les Noctiluques à l'état de *cellule* proprement dite, close de toutes parts, sphérique, pourvue d'une paroi propre, représentée par l'enveloppe même de l'animal et d'un contenu sarcodique bien connu, avec un noyau sans nucléole, sphérique également. Mais il n'y a là rien de comparable à l'enkystement précédant la reproduction de divers Infusoires (Eugléniens, etc.).

» Loin de disparaître avant la formation des gemmes, comme l'a dit et figuré Cienkowski, le noyau de ces animaux *unicellulaires adultes*, larges de $0^{mm},3$ à $0^{mm},6$, prend une part directe et importante à la constitution du contenu de chaque gemme, de même que la substance jaunâtre du corps cellulaire qui l'entoure; la paroi cellulaire de l'animal, de son côté, s'élève en saillie conoïde pour former directement celle de chaque gemme.

» D'un individu à l'autre, il se produit soit 256, soit 512 gemmes, par bisegmentation graduelle du noyau et du corps cellulaire, avec production correspondante d'autant de saillies ou gemmes de la paroi cellulaire, que remplit un des segments nucléo-cellulaires résultant de cette bisegmentation progressive. La durée totale de ces phénomènes est de 10 à 12 heures, par une température de 12 à 18 degrés, en avril et mai.

» Dans cette segmentation, les phases de chaque division du noyau sont les suivantes : il s'allonge en un cylindre mousse aux deux bouts, et devient très-finement grenu au lieu de rester homogène. Aussitôt après, il devient très-finement strié dans le sens de sa longueur; les stries sont

nettes, et résultent manifestement de la juxtaposition de très-minces filaments incolores que la compression montre être mous et flexibles. Cette production fibrillaire, suivant le grand axe du noyau, est un fait constant dans la scission du noyau des plantes et des animaux, ainsi que Auerbach, Strasbürger, Bütschli et E. Van Beneden l'ont successivement démontré. Dix minutes plus tard environ, les deux extrémités du noyau restées grenues deviennent sphériques, en restant reliées l'une à l'autre par le faisceau ou bandelette de fibrilles qui vient de se former; ces deux extrémités constituent ainsi deux noyaux sphériques finement grenus, entre lesquels existe la bandelette des fibrilles dont les extrémités restent en continuité de substance avec ces nouveaux noyaux. Peu à peu la bandelette des fibrilles s'amincit vers le milieu de sa longueur, comme si elle était étirée, et se replie plus ou moins sur elle-même, de manière à ramener plus près l'un de l'autre les deux noyaux. Bientôt cet amincissement va jusqu'à l'interruption de la continuité des fibrilles, dont chaque moitié rentre ensuite peu à peu dans celui des deux nouveaux noyaux auquel elle est restée attenante par un bout. La bisegmentation est ainsi complète une heure à une heure et demie au plus après son début, en offrant, d'un individu à l'autre, des variétés d'importance secondaire, aussi bien que quelques autres particularités non signalées ici.

» En même temps la couche de substance sarcodique (*protoplasma*), qui est appliquée immédiatement sur le noyau, se segmente sans offrir rien de spécial. Mais l'ensemble des filaments sarcodiques anastomosés en réseaux qui s'irradient autour de la couche précédente offre des phases curieuses de segmentation. La portion périphérique extrême de ce réseau se condense en une mince couche ou bordure jaunâtre, circonscrivant ce qui de ce réticulum reste interposé à cette bordure homogène, et à la couche également homogène appliquée contre le noyau. Le tout se resserre en bissac, avec froncement de la surface, simulant un effet de torsion de la substance sarcodique, au niveau de l'étranglement du noyau qui annonce et précède la scission de ce dernier. Le resserrement de ce bissac augmente et arrive à une séparation ou segmentation complète de la substance sarcodique, qui finit quelques minutes après l'achèvement de la scission nucléaire. Ensuite, la substance, formant une bordure périphérique au réticulum précédemment indiqué, se rapproche peu à peu de la couche homologue périnucléaire (par suite de la contraction de ce réseau intermédiaire même), jusqu'à disparition de celui-ci et soudure du tout en un corps cellulaire homogène jaunâtre, à surface vallonnée, logé dans

une saillie, bosselure ou gemme correspondante, de la paroi du corps de l'animal reproducteur.

» Il en est ainsi jusqu'à la fin de cette double formation par segmentation et gemmation simultanées, associées l'une à l'autre dans la reproduction gemmipare des Noctiluques. La paroi de chaque gemme et leur contenu cellulaire se resserrent à leur point de continuité avec leurs homologues du reproducteur unicellulaire, et s'en séparent lorsque la longueur de chacunes d'elles est réduite à $0^{mm},018$ en moyenne, c'est-à-dire, lorsque leur nombre est, soit de 256, soit de 512. Ce sont autant d'individus nouveaux unicellulaires comme celui qui les engendre (pour mourir ensuite), et qui, lors de leur accroissement évolutif ultérieur, restent toujours unicellulaires. Du moins nulle phase évolutive plus élevée que la forme tentaculée n'a jusqu'à présent été observée.

» Avant que les gemmes se séparent complétement du producteur pour nager librement, un flagellum ayant six à sept fois leur longueur se développe sur leur face plane (l'autre étant bombée), plus près de leur extrémité mousse, encore adhérente au point de gemmation, que de l'autre bout. Cette extrémité, autrefois adhérente, est toujours antérieure, quand la gemme devenue libre nage sur sa face plane, poussée par les ondulations du flagellum qui traîne derrière elle. Une ou deux vacuoles ou vésicules pulsatiles, larges de $0^{mm},004$, se voient dans le corps cellulaire de chaque gemme entre la face plane et le noyau. Cette vésicule manque sur l'adulte.

» Nul observateur n'a pu, jusqu'à présent, suivre l'évolution des Noctiluques de l'état de gemme jusqu'à celui d'individu adulte. On ne sait pas encore si le flagellum de celles-ci, long de $0^{mm},10$ à $0^{mm},12$, reste comme flagellum des adultes, sur lesquels il n'a que $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$. Les plus petites Noctiluques que j'aie vues étaient larges de $0^{mm},15$, sphériques, sans bouche ni dépression infundibulaire, sans flagellum ni tentacule. J'ai suivi la formation de la bouche au niveau du corps cellulaire nucléé, adhérent à la face interne de leur paroi. Elle débute par un froncement linéaire de celle-ci, qui s'épaissit un peu de chaque côté de ce pli, avec production de deux ou trois saillies mamelonnées. Cet épaississement devient peu à peu jaunâtre et prend la forme des lèvres de la fente buccale des adultes. Ces phénomènes durent environ trois quarts d'heure, après lesquels ces lèvres s'écartent un peu par instants. Alors débute la formation de la dépression infundibulaire et du pli dorsal rectiligne, ainsi que celle du tentacule. Celle du flagellum n'a lieu qu'après le complet développement de ce dernier organe.

» Notons qu'on trouve quelques Noctiluques à peine plus grosses que la plupart des autres qui sont doubles anatomiquement, c'est-à-dire pourvues de deux corps cellulaires avec deux fentes buccales alternes, accompagnées chacune du tentacule et du flagellum correspondants. Il est probable qu'elles proviennent de quelque gemme sur laquelle a manqué la scission portant leur nombre de 128 à 256, ou de 256 à 512, tandis qu'elle se produisait sur les autres; gemme qui, néanmoins, a continué à se développer comme les autres.

» La fissiparité des Noctiluques a été signalée par M. de Quatrefages (1850) et par Krohn (1852), qui a vu qu'elle débute par la scission du noyau, puis mieux suivie par Brightwell. La scission du noyau présente les mêmes phases que lors de sa première division dans les cas de gemmiparité. La division totale de la Noctiluque a lieu de telle sorte qu'une fois achevée, chacun des deux nouveaux individus a une fente buccale dans laquelle une des lèvres est devenue l'une de celles de la fente buccale de son générateur. Un tentacule se développe sur le côté de la bouche de chaque nouvelle Noctiluque dès la fin de la scission totale ou aussitôt après la séparation des deux nouveaux individus. Elle dure environ une heure avant que l'organe devenu libre entre en mouvement.

» Dans tous les cas, la production du tentacule débute par la formation d'un court prolongement de la substance jaunâtre du corps cellulaire, qui soulève le tégument près d'une des lèvres de la fente buccale, en s'étalant un peu. Au-dessous de ce prolongement et en continuité de substance avec lui, s'en élève un second, conoïde d'abord, et prenant peu à peu la forme d'une bandelette repliée en anse sur elle-même. La partie convexe de l'angle devient de plus en plus saillante hors du corps et plus large. Bientôt une de ses portions, plus étroite que l'autre, dégage son extrémité de dessous la base représentée par le premier prolongement du corps cellulaire. Dès ce dégagement, la bandelette plus ou moins redressée a la forme générale du tentacule et se meut par ondulations et contournements lents. D'abord jaunâtre, comme la substance du corps cellulaire dont il dérive, en quelques heures il devient grisâtre et strié. C'est après sa formation que se forment l'enfoncement infundibulaire de chaque nouvel individu et le flagellum qui l'accompagne.

» Les mouvements du tentacule restent toujours lents et continus, comme s'ils étaient dus à des contractions sarcodiques, alors que ceux du flagellum ont lieu alternativement, par inflexions et ondulations, soit larges, soit très-courtes, lentes ou extrêmement rapides, simulant alors un

mouvement vibratoire proprement dit et avec des moments d'inaction non rhythmiques. L'un et l'autre de ces modes d'activité, ainsi que les contractions sarcodiques, toujours lentes, des filaments intérieurs des Noctiluques, ne sont aucunement modifiés par les courants induits, même énergiques, ni par la fermeture et l'ouverture des courants continus. M. Cadiat et moi avons constaté qu'il en est de même pour le corps, le pédicule, les cils et la vésicule pulsatile des Vorticelles, pour les parties homologues des autres Infusoires et des Amibiens, tant que l'eau et ses sels ne sont pas décomposés. Quand a lieu cette décomposition, sous l'influence des courants continus, ces divers mouvements, activés durant quelques minutes, cessent en même temps que l'animal meurt. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin.* (Deuxième Partie). Note de MM. **Hébert** et **Munier-Chalmas** (suite) (¹).

III. — Couches a alvéolines de Monte-Valleco et de Monte-Postale.

» Nous substituons le nom de Monte-Valleco à celui de Monte-Bolca, parce qu'il indique avec plus de précision la position des couches dont nous voulons parler.

» La superposition immédiate de ce système sur le précédent (celui de Monte-Spilecco) peut être observée à Mussolino et à Monte-Sivieri près de Bolca : il y a concordance entre les deux systèmes, mais les bancs inférieurs des couches à alvéolines ont une structure bréchoïde. Les coupes, d'une grande netteté, ne laissent aucune incertitude sur la disposition relative des couches.

» A Monte-Postale, les couches à alvéolines sont très-développées. Nous avons déjà dit que ce système se subdivise naturellement en deux, savoir : III *a*. Couches de Valleco ; III *b*. Calcaire de Monte-Postale.

» III *a*. *Couches de Valleco*. — A la base, ces couches présentent des calcaires pétris de Nullipores et de petites Nummulites, et certains lits renferment d'assez nombreux Crustacés. Dans les couches moyennes, les alvéolines abondent. C'est dans la partie supérieure que se trouvent les couches à poissons (dits poissons de Bolca) et à végétaux, couches qui paraissent locales, car on ne les retrouve plus ni à Monte-Sivieri, ni à Mussolino.

» III *b*. *Calcaire de Monte-Postale*. — La division supérieure, dont nous

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1310; 27 mai 1878.

avons déjà donné les principaux caractères, a fourni en octobre dernier, à l'un de nous, une abondante récolte de fossiles d'une admirable conservation. Parmi ces fossiles, nous mentionnerons, en outre des espèces déjà citées, les suivantes :

Cerithium giganteum,
Terebellum sopitum,
Lucina gigantea,
Corbis lamellosa,

qui se retrouvent dans le calcaire grossier parisien, une très-grosse ovule (*O. Hantkeni*, n. sp.), et un certain nombre d'autres espèces nouvelles.

» Dans la partie moyenne de cette série sont des lits remplis d'*Orbitoides complanata*.

» Les couches supérieures sont saumâtres, elles contiennent des cyrènes, d'assez nombreux Cérites, des Potamides et des Cyclostomes.

» Dans le voisinage des dykes basaltiques, le calcaire est plus friable, plus désagrégé, et les fossiles ont conservé leur test. Loin de ces dykes, la roche, plus compacte, ne renferme que des moules.

IV. — CALCAIRES A ÉCHINIDES DE BRUSA-FERRI ET LIGNITES DE MONTE-PULLI.

» Les explorations exécutées en octobre 1877, par l'un de nous, nous obligent à introduire un nouveau système de couches dans la série décrite dans nos précédentes Communications. Ce système sera composé de deux parties : l'une inférieure, IV *a*, constituée par les calcaires à Échinides et à Nummulites de Brusa-Ferri ; l'autre, supérieure, IV *b*, très-développée, au Monte-Pulli, près de Valdagno, et formée de couches généralement saumâtres, avec lignites intercalés.

» IV *a*. *Horizon de Brusa-Ferri*. — Les fossiles caractéristiques de cet horizon sont : *Nummulites Pratti*, d'Arch. ; *Ranina Marestiana*, Kœnig. Les Échinides y sont nombreux : *Periaster*, *Schizaster*, etc. ; les alvéolines deviennent rares et se réduisent à une seule espèce.

» Au milieu des bancs calcaires, on rencontre des lits à empreintes de palmiers, et c'est probablement là l'horizon des palmiers de Bolca (Monte-Vegroni). Ce système est très-puissant auprès de Bolca, au *colle di Bataglia*.

» La superposition des couches de Brusa-Ferri au calcaire de Monte-Postale, qui ne peut être observée à Monte-Postale, à cause d'une faille qui sépare ces deux localités si voisines, se voit très-bien à Monte-Sivieri et à Mussolino.

» IV *b*. *Lignites de Monte-Pulli*. — A Monte-Pulli, les couches à

Nummulites Pratti sont d'abord recouvertes par des couches à *N. granulosa*; puis les Nummulites disparaissent peu à peu, et l'on voit bientôt des couches à fossiles d'eau saumâtre alterner avec des lits marins remplis de Cérites et d'*Orbitoides complanata*, et renfermer encore des alvéolines. Il y a même, mais très-rarement, de minces couches lacustres.

» Certains bancs schisteux sont bitumineux et fournissent, par la distillation, une quantité assez considérable de pétrole ; des assises de lignites y sont depuis longtemps l'objet d'une exploitation régulière.

» Ce système renferme quelques-unes des espèces de Monte-Postale, notamment : *Natica cœpacea*, *Ovula Hantkeni*; mais ce qui est plus digne de remarque, c'est qu'on y rencontre plusieurs des espèces des lignites inférieures de la Hongrie; nous citerons entre autres : *Anomya dentata* Hantk. [1]; *Pyrena Hantkeni*, Mun.-Ch.; *Natica cochlearis*, Hantk.; *Cerithium pentagonatum*. Nous possédons de ce système une assez nombreuse série d'espèces, la plupart nouvelles.

» Nous ne saurions douter du synchronisme de cet horizon avec les couches tertiaires les plus inférieures de la Hongrie, savoir les lignites à *Cyrena grandis*, les couches à *Cerithium Bakonicum* et celles à *Nummulites subplanulata*, car l'horizon qui vient ensuite [2], en Italie comme en Hongrie, est celui que caractérisent si nettement les trois espèces de Nummulites, toujours associées ensemble à ce niveau : *N. perforata*, *N. spira*, *N. complanata*.

» Nous devons en conclure que la base du terrain tertiaire de l'Italie manque en Hongrie.

» Puisque les lignites inférieurs de Hongrie correspondent si bien à ceux de Monte-Pulli dans le Vicentin, malgré la grande distance qui sépare ces contrées, il y a lieu d'espérer qu'on retrouvera le même horizon dans des points intermédiaires. Toutefois, les dépôts ligniteux sont des accidents éminemment locaux, car en face de Monte-Pulli, et séparée seulement par la vallée de l'Agno, se trouve une série de hauteurs, comme Bergamini di Sopra, où l'on peut observer la même succession qu'à Pulli, depuis la Scaglia jusqu'aux couches à *Nummulites perforata*, avec cette différence que le système saumâtre de Pulli et les lignites manquent complétement. Ce peu de continuité des dépôts d'eau saumâtre et d'eau douce est un fait assez général et tout naturel.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 126.

(2) *Ibid.*, p. 127.

» Jusqu'ici les lignites de Pulli n'avaient point été classés géologiquement; ils n'avaient pas même été l'objet d'une étude sérieuse ; les observations qui précèdent permettent d'en fixer la position d'une manière précise, et de faire connaître un horizon nouveau pour l'Italie septentrionale, en même temps qu'elles fournissent un nouveau point de raccordement avec la série tertiaire de la Hongrie. »

NAVIGATION. — *Sur la conservation des anciens types de navires.* Note de M. l'Amiral **Paris**.

« Les merveilles des sciences et des industries modernes changent tout si rapidement sur terre comme sur mer, que beaucoup d'objets très-usités et jouant un rôle important disparaissent pour passer à l'état historique; c'est-à-dire à l'incertitude, si l'on ne se presse d'en conserver le souvenir. Des dessins exacts de malles-postes et de diligences seront bientôt difficiles à trouver. Il en est de même sur mer. Les pinques, les chébecs, les lougres et beaucoup d'autres genres de navires ont disparu et les vaisseaux à voiles, livrés à la pourriture, ne laisseront bientôt d'autres traces que leurs plans.

» Cet aspect des choses de nos jours m'a engagé à tenter de conserver sur le papier tant de constructions, qui avaient longtemps joué leur rôle, et j'ai cherché à le faire, non par des descriptions vagues, mais par des plans exacts et assortis à l'esprit de précision qui préside à toutes choses maintenant.

» Pour commencer, j'ai pris pour base les relevés exacts d'un fils regretté, qui a levé les plans et fait les calculs pour tous les bateaux du Japon, de la Cochinchine et des côtes nord de Bretagne. Depuis, j'ai dû les plans de navires disparus ou sur le point de l'être à un artiste de Marseille, qui donne au musée une suite de superbes aquarelles, représentant avec autant de vérité que d'élégance tous les navires depuis 1810 jusqu'à nos jours. M. Roux en a déjà donné 26 au musée, et il continue.

» Privé de ressources, j'ai dû faire moi-même tous les dessins et, afin d'obvier à une vue modifiée par l'âge, je les ai tracés à des échelles triples et quadruples, afin que la réduction par la photographie leur donnât une finesse suffisante. Comme l'histoire du passé n'est pas de vente, il a fallu employer des procédés économiques, puisque les premiers frais ne doivent pas être remboursés pour produire de nouvelles planches. J'ai donc utilisé

la photogravure sur zinc par un procédé de M. Fernique, et les vingt-six premières planches sont exécutées de la sorte. Mais, outre qu'il en est plusieurs qui laissent à désirer, j'ai su que ces gravures en relief sur zinc ne se conservaient pas et que dès lors mon but aurait été manqué, puisque mon dessein était de les donner à la chalcographie du Louvre, pour tâcher de leur assurer une existence aussi durable qu'à celles du bel ouvrage de Chapmann, dont le Ministère de la marine de Suède possède les œuvres. J'ai donc employé un nouveau procédé de morsure, dont M. Bouquet de la Grye a doté le Dépôt des cartes, et les nouvelles planches sont sur cuivre, et assez parfaites pour le but proposé, comme on peut le voir par les spécimens dont je fais hommage à l'Académie.

» Profitant de l'Exposition universelle de cette année, j'ai écrit à tous les Ministres de la marine d'Europe, au premier lord de l'Amirauté, aux présidents des institutions qui s'occupent de la marine et aux maires de toutes nos villes maritimes, pour leur offrir un exemplaire et plus s'ils le désiraient. Je les prie de faire connaître le but historique de la publication que j'entreprends, et d'engager leurs ingénieurs et leurs officiers à se mettre en rapport avec moi, déclarant que je continuerai, comme par le passé, à porter chaque planche au nom de son auteur et de son donataire, sans que mon nom paraisse dans cette œuvre commune.

» Toutes ces lettres et ces exemplaires vont être expédiés sous peu par les soins de la *Revue maritime*, l'administration de la Marine m'épargnant ainsi un travail minutieux et difficile.

» Déjà j'ai reçu des documents du Ministère de la marine de Danemarck et le Ministre de la marine de Hollande vient de m'adresser de la manière la plus obligeante une vingtaine de plans de navires intéressants. Trois princes russes, ayant eu connaissance de mes travaux, ont bien voulu m'aider dans cette œuvre historique de la manière la plus généreuse.

» J'ai exposé au Champ de Mars huit planches parmi les objets de notre marine, en ajoutant un exposé de mon but, des résultats déjà obtenus et de ce que je demande pour continuer; c'est-à-dire des dessins exacts, avec les dates et toutes les données numériques, ainsi que les calculs qui doivent accompagner un plan du navire, de sa voilure et de son gréement.

» J'espère donc pouvoir continuer avec de pareilles sympathies et avec un travail obstiné ; persuadé que dans l'avenir on sera heureux de trouver des documents précis sur ces navires qui ont joué des rôles si divers et si importants, jusqu'à ce que la vapeur les ait fait disparaître ; et ainsi l'on ne sera pas réduit à des recherches savantes, mais infructueuses, comme pour les

navires de saint Louis et de Christophe Colomb, ainsi que pour les galères antiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination d'une limite supérieure au nombre total des invariants et covariants irréductibles des formes binaires* (¹). Note de M. SYLVESTER.

« Je donne en conclusion les formes actuelles de la fonction génératrice pour les covariants pris sans distinction quant à leur degré (ce qui revient à dire la fonction génératrice pour les *différentiants*) pour les quantics binaires de tous degrés de 2 jusqu'à 8. Soit μ le degré du quantic, G la fonction génératrice qui y répond.

» Quand $\mu = 2$,

$$G = \frac{1}{(1-t)(1-t^2)}.$$

» Quand $\mu = 3$,

$$G = \frac{1+t^3}{(1-t)(1-t^2)(1-t^4)}.$$

» Quand $\mu = 4$,

$$G = \frac{1+t^3}{(1-t)(1-t^2)^2(1-t^3)}.$$

» Quand $\mu = 5$,

$$G = \frac{1+t^2+3t^3+3t^4+4t^5+4t^6+6t^7+6t^8+4t^9+5t^{10}+3t^{11}+3t^{12}+t^{13}+t^{15}}{(1-t)(1-t^2)(1-t^4)(1-t^6)(1-t^8)}.$$

» Quand $\mu = 6$,

$$G = \frac{1+t^2+3t^3+4t^4+4t^5+4t^6+3t^7+3t^8+t^{10}}{(1-t)(1-t^2)(1-t^2)(1-t^3)(1-t^4)(1-t^5)}.$$

» Quand $\mu = 7$,

$$G = \frac{\left[\begin{array}{l}1+2t^2+6t^3+10t^4+19t^5+28t^6+44t^7+61t^8+79t^9+102t^{10}+129t^{11}+156t^{12}+173t^{13}\\ +196t^{14}+215t^{15}+230t^{16}+231t^{17}+231t^{18}+230t^{19}+\ldots+2t^{34}+t^{35}\end{array}\right]}{(1-t)(1-t^2)(1-t^4)(1-t^6)(1-t^8)(1-t^{10})(1-t^{12})}.$$

» Quand $\mu = 8$,

$$G = \frac{1+2t^2+6t^3+12t^4+19t^5+25t^6+31t^7+36t^8+38t^9+36t^{10}+\ldots+t^{18}}{(1-t)(1-t^2)(1-t^2)(1-t^3)(1-t^3)(1-t^4)(1-t^5)(1-t^7)},$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 10 juin 1878.

où l'on remarquera que, pour $\mu = 8$, G peut être changé dans la forme normale en multipliant son numérateur et son dénominateur par $1 + t^3$. »

M. **Cosson** présente à l'Académie, au nom de M. *de Tchihatchef*, une œuvre posthume de M. *Parlatore* : « Études sur la Géographie botanique de l'Italie », éditée par les soins de M. de Tchihatchef, et qui devait faire partie de sa traduction en français de la « Végétation du globe », par M. Grisebach.

M. Cosson, en déposant sur le bureau de l'Académie le dernier travail du savant et regretté M. Parlatore, en a résumé les données principales.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des fonctions des feuilles dans le phénomène des échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère. Du rôle des stomates dans les fonctions des feuilles.* Mémoire de M. **Merget**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Duchartre, Chatin.)

« La méthode des *réserves partielles*, que j'ai décrite dans une Note précédente, et dont je me suis servi pour démontrer la perméabilité des stomates, dans les deux sens, aux gaz et aux vapeurs, s'applique exclusivement à ceux de ces fluides élastiques qui accusent leur passage à travers les tissus par des phénomènes plus ou moins marqués de coloration.

» Les trois gaz atmosphériques n'exerçant aucune action colorante de ce genre, il y avait à rechercher, spécialement pour eux, par quelles voies les végétaux aériens et aquatico-aériens les admettent et les rejettent.

» Cette admission et ce rejet s'opèrent dans des conditions physiques essentiellement différentes, suivant qu'ils résultent, soit des mouvements lents et de peu d'étendue auxquels donne lieu le jeu des forces diffusives moléculaires, soit des mouvements plus rapides et plus étendus provoqués par les différences de pression que certaines causes naturelles tendent à produire entre les deux atmosphères intérieure et extérieure des plantes.

» C'est en reproduisant expérimentalement ces deux conditions que j'ai recherché les voies de passage des gaz incessamment échangés entre les deux atmosphères précitées, et, comme ces échanges ont lieu principalement par les feuilles, c'est dans ces organes seuls que je me bornerai à les considérer, en supposant d'abord qu'ils sont dus à de simples mouvements de diffusion réciproque.

» Mes essais ont porté sur des feuilles, les unes isolées ou portées par des rameaux coupés, les autres appartenant à des plantes entières et normalement vivantes.

» Quand ce sont les premières qu'on met en œuvre, on introduit alternativement leurs limbes et leurs pétioles dans une éprouvette renversée sur la cuve à eau, ou sur la cuve à mercure, et renfermant un gaz inerte tel que l'hydrogène, maintenu en équilibre de pression avec l'air ambiant.

» Dans le cas où le pétiole est intérieur, le limbe doit être émergé tout entier; dans le cas contraire, c'est la section du pétiole qu'on fait déboucher extérieurement.

» Avec des rameaux feuillés dont les feuilles verticillées sont groupées en bouquet terminal, c'est celui-ci qu'on dispose, tantôt en dehors, tantôt en dedans de l'éprouvette à hydrogène, en ayant soin que les feuilles soient seules émergées dans les deux cas. Si les feuilles sont trop petites et trop espacées, comme leur émersion nécessite celle d'une portion plus ou moins longue du rameau qui les porte, on prend la précaution de vernir celle-ci, pour éviter qu'elle participe anormalement aux échanges gazeux entre l'éprouvette et l'atmosphère.

» Ces échanges n'étant possibles, dans de pareilles conditions d'expérience, qu'à travers les surfaces foliaires, on trouve qu'ils s'effectuent avec une égale facilité, que les feuilles soient intérieures ou extérieures.

» Dans ces deux cas, en effet, au bout d'un temps qui peut varier de quelques heures à plusieurs jours, suivant qu'il s'agit de sujets dont les tissus sont parcourus par un réseau plus ou moins développé de canaux et de lacunes, l'éprouvette à hydrogène se vide totalement de ce gaz, qui est remplacé par un mélange des trois gaz atmosphériques, en proportions variables avec le degré de vitesse du passage.

» Lorsque les feuilles sont extérieures, il y a diffusion rentrante des gaz qui les traversent, diffusion sortante lorsqu'elles sont intérieures, et ces deux mouvements diffusifs de sens contraires ont également lieu par la voie des stomates. En opérant, en effet, sur des feuilles monostomatées, on constate que l'obturation de la face dépourvue de stomates, par l'application d'un enduit-réserve, est sans influence aucune sur le phénomène des échanges, tandis qu'on le rend impossible en obturant la face stomatée.

» Pour mettre les gaz atmosphériques en mouvement à travers les feuilles, par des différences de pression très-faibles et comparables à celles que présentent fréquemment les deux atmosphères intérieure et extérieure des végétaux, il suffit de faire varier les niveaux de l'eau ou du mercure dans

l'éprouvette à hydrogène. On peut aussi, lorsqu'il s'agit de feuilles dont les limbes se mouillent difficilement, et dont les pétioles sont creusés de larges canaux, se contenter d'introduire dans une éprouvette remplie d'eau, et renversée sur la cuve à eau, tantôt le pétiole d'une de ces feuilles, le limbe restant en dehors, tantôt le limbe, en disposant extérieurement la section du pétiole.

» Quand c'est à la première de ces dispositions qu'on a recours, on voit qu'il se produit à l'intérieur du limbe une diminution de pression, qui se mesure par l'élévation de la section du pétiole au-dessus du niveau de l'eau dans la cuve et qui agit alors comme une cause d'appel sous l'influence de laquelle l'air extérieur, affluant à travers le limbe, vient se dégager dans l'éprouvette par la section du pétiole.

» Dans la disposition inverse, c'est par cette même section que l'air pénètre, pour passer ainsi du limbe dans l'éprouvette, et, quel que soit le sens de son mouvement à travers ce limbe, c'est toujours par les stomates que s'opère sa transmission, comme cela résulte, pour les feuilles monostomatées, de l'opposition bien tranchée des effets produits par des applications alternatives d'enduits-réserves sur les deux faces.

» On peut d'ailleurs, dans les expériences où ces feuilles sont immergées, voir l'air auquel elles donnent passage apparaître en bulles qui se dégagent exclusivement sur la face stomatée.

» Les trois gaz atmosphériques, transmis séparément à travers les feuilles, se comportent comme leur mélange.

» Tout ce qui vient d'être dit pour les feuilles coupées, au point de vue de leurs rapports avec ces gaz, est vrai, sans restriction, pour les feuilles sur pied ; c'est ce que je me suis attaché à démontrer par de nombreuses expériences faites sur des végétaux vivants, et ceux du groupe aquatico-aérien se prêtent très-facilement à cette démonstration, malgré l'extrême petitesse des stomates de la plupart d'entre eux.

» La conclusion qui ressort de l'ensemble de ces faits est la suivante :

» *Dans les végétaux aériens et aquatico-aériens, les trois gaz oxygène, azote et acide carbonique s'échangent normalement, entre les deux atmosphères intérieure et extérieure, par la voie des orifices stomatiques. Ces échanges peuvent se produire par diffusion simple : ils sont activés par toutes les causes capables de produire une rupture d'équilibre entre les deux atmosphères, et, dans la double circulation gazeuse qui en résulte, les deux mouvements d'entrée et de sortie s'opèrent, sans acception de sens, avec une égale facilité.*

» Les expériences d'Unger et de Sachs, avec quelques corrections de

détail destinées à les rendre plus rigoureuses, conduisent aux mêmes conclusions, qui s'appliquent d'ailleurs indistinctement à tous les gaz.

» La circulation des mélanges gazeux, à l'intérieur des organismes végétaux, s'accompagne, dans certains cas, de phénomènes de synthèse, qui paraissent exclusivement dus à des influences d'ordre physique, car j'ai pu les reproduire artificiellement. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la production de combinaisons organiques sulfurées, douées de propriétés insecticides.* Note de MM. DE LA LOYÈRE et MUNTZ.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la séance du 3 juin dernier, M. Chevalier a adressé une réclamation de priorité à l'occasion de notre Communication du 13 mai, relative à des combinaisons organiques sulfurées, douées de propriétés insecticides, et qui sont obtenues au moyen de roches bitumineuses.

» Nous avions annoncé que M. Chaland avait eu, le premier à notre connaissance, l'idée d'employer comme insecticides les produits retirés de ces roches bitumineuses. Nous ne nous étions pas attribué la découverte de leurs propriétés. Les expériences de M. Chaland remontent, en effet, à l'année 1859; elles ont été continuées depuis. Nous ne pouvons donc que confirmer ce que nous avions annoncé à ce sujet.

» Quant à la présence, dans ces produits, de combinaisons organiques sulfurées, elle n'était pas connue avant notre Communication, et leur production artificielle n'avait pas été tentée avant nous. »

M. MATTON adresse, au sujet de la réclamation de M. Chevalier, une Note sur l'emploi, comme insecticides, des produits extraits de roches bitumineuses. (Extrait.)

« Des expériences faites avec ces produits, dès l'année 1859, par M. Chaland, ont été poursuivies, avec ma collaboration, jusque dans ces derniers temps, et appliquées à la destruction du Phylloxera. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Truchot** adresse une Note sur l'état des vignes phylloxérées de Mezel (Puy-de-Dôme).

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Vaudreu** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Oré** adresse, par l'entremise de M. Bouillaud, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire intitulé : « De l'application de la galvanoplastie à la conservation des centres nerveux ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **H. Macagne** adresse une Note sur la composition et les propriétés du verre à bouteilles.

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lecoq de Boisbaudran**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure adressée à l'Académie par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, et portant pour titre : « Enquête sur l'organisation du service de la vaccine en France »;

2° La 3e édition d'un ouvrage de M. *Gladstone*, intitulé : « Michel Faraday »;

3° Plusieurs brochures de M. *Gladstone*, contenant ses recherches sur divers composés chimiques.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure à Paita.* Lettre de M. l'amiral **Serres** à M. le Président.

« Le passage de Mercure a été observé le 6 mai à Paita, dans des conditions très-favorables.

» L'heure des quatre contacts a été déterminée avec une précision satisfaisante ; de bonnes études micrométriques ont été faites pendant le passage ; la lunette méridienne que nous possédons a été utilement employée; près de 600 épreuves daguerriennes ont été obtenues.

» Cet heureux résultat est dû à l'intelligente direction de M. le commandant Fleuriais et au bon esprit des observateurs qui, par des exercices progressifs et des répétitions nombreuses, se sont rendus maîtres de leurs instruments.

» Chacun des officiers chargés soit de la direction, soit de l'exécution d'une des parties du travail, a fait un rapport indépendant. Il n'y a eu ni concert ni remaniement, et le chronographe a gardé la trace de toutes les indications données à l'heure même des phénomènes. J'ai pensé que c'était là le meilleur moyen de se mettre en garde contre tout oubli et toute complaisance. Les épreuves daguerriennes étant très-nombreuses et échelonnées régulièrement, on a pu en former deux séries, l'une des numéros pairs, l'autre des numéros impairs, embrassant chacune dans son ensemble toutes les phases du passage. Ces séries paires et impaires sont logées séparément dans des boîtes à compartiments.

» Le courrier anglais qui part de Colon le 22 mai et arrive à Cherbourg le 13 juin emporte : 1° le primata de cette lettre auquel est jointe la liste des objets d'un second envoi ; 2° la série paire des plaques ; 3° les rapports collationnés et paraphés destinés à l'Académie ; 4° le ruban chronographique sur lequel sont inscrites les heures de tous les phénomènes.

» Le courrier français qui part de Colon le 20 mai et qui arrive à Bordeaux le 18 juin emporte : 1° le duplicata de cette lettre ; 2° la série impaire des plaques ; 3° un plan coté et un dessin pittoresque de l'observatoire de Paita ; 4° la copie des rapports destinée au Ministre de la Marine. Par ce même paquebot arriveront les douze caisses d'instruments qui avaient été envoyées à Valparaiso. Ces instruments ont été mis en état et vous pouvez leur donner une destination immédiate.

» En vous envoyant le résultat des travaux des officiers de la *Magicienne*, permettez-moi, monsieur le Président, de vous remercier encore une fois de la confiance que vous leur avez montrée. Ils se sont trouvés dans des circonstances très-heureuses, et leur ambition sera satisfaite si l'Académie juge qu'ils ont su en tirer quelque parti. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements des fonctions* $\mathrm{Al}(x)$, $\mathrm{Al}_1(x)$, $\mathrm{Al}_2(x)$, *suivant les puissances croissantes du module;* par M. **D. André.**

« Les trois fonctions $\mathrm{Al}(x)$, $\mathrm{Al}_1(x)$, $\mathrm{Al}_2(x)$, dues, comme on le sait, à M. Weierstrass, peuvent être développées en séries ordonnées, soit par rapport aux puissances croissantes de la variable x, soit par rapport aux puissances croissantes du module k. J'ai fait connaître antérieurement [1] la forme générale des coefficients dans les développements de ces fonctions par rapport à x; je viens de déterminer la forme générale des coefficients dans les développements par rapport à k: la présente Note, relative à cette dernière recherche, a pour objet d'en exposer brièvement la méthode et les résultats.

» Pour la méthode, c'est celle qui m'a servi déjà à résoudre [2] le problème analogue sur les fonctions elliptiques $\lambda(x)$, $\mu(x)$. Prenant les développements des fonctions $\mathrm{Al}(x)$, $\mathrm{Al}_1(x)$, $\mathrm{Al}_2(x)$ suivant les puissances croissantes de x, je les ordonne par rapport à k; dans ces développements ainsi ordonnés, les puissances successives de k sont multipliées par des séries entières en x; ces séries, pouvant être sommées, me donnent une première forme de coefficients cherchés; j'étudie cette première forme et la simplifie beaucoup par des procédés divers, notamment par la considération des égalités

$$\mathrm{Al}_1(x) = \mathrm{Al}(x)\lambda(x), \quad \mathrm{Al}_2(x) = \mathrm{Al}(x)\mu(x),$$

qui relient les fonctions considérées aux fonctions elliptiques.

» Les résultats obtenus peuvent être résumés de la manière suivante :

» Si l'on pose

$$\begin{aligned}\mathrm{Al}(x) &= \mathrm{A}_0 + \mathrm{A}_1 k^2 + \mathrm{A}_2 k^4 + \mathrm{A}_3 k^6 + \ldots,\\ \mathrm{Al}_1(x) &= \mathrm{B}_0 + \mathrm{B}_1 k^2 + \mathrm{B}_2 k^4 + \mathrm{B}_3 k^6 + \ldots,\\ \mathrm{Al}_2(x) &= \mathrm{C}_0 + \mathrm{C}_1 k^2 + \mathrm{C}_2 k^4 + \mathrm{C}_3 k^6 + \ldots,\end{aligned}$$

et que l'on désigne par t un nombre entier quelconque supérieur à zéro, par i et j des entiers non négatifs quelconques, par $g_{i,j}$ et $h_{i,j}$ des coefficients indépendants de x :

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 10 décembre 1877.

(2) *Ibid.*, séance du 27 mai 1878.

» 1° La forme générale de A_t est donnée par l'égalité

$$A_t = \Sigma g_{i,j} x^{2i} \cos 2jx + \Sigma h_{i,j} x^{2i+1} \sin 2jx,$$

dans laquelle les Σ s'étendent, le premier à tous les systèmes de valeurs des entiers i et j qui satisfont à la condition

$$i + j^2 \leq t,$$

et le second à tous ceux qui satisfont à la condition

$$i + j^2 \leq t - 1.$$

» 2° Les formes générales de B_t et de C_t sont données respectivement par les égalités

$$B_t = \Sigma g_{i,j} x^{2i} \sin(2j+1)x + \Sigma h_{i,j} x^{2i+1} \cos(2j+1)x,$$
$$C_t = \Sigma g_{i,j} x^{2i} \cos(2j+1)x + \Sigma h_{i,j} x^{2i+1} \sin(2j+1)x,$$

dans chacune desquelles les Σ s'étendent, le premier à tous les systèmes de valeurs des entiers i et j qui satisfont à la condition

$$i + j^2 + j \leq t,$$

et le second à tous ceux qui satisfont à la condition

$$i + j^2 + j \leq t - 1.$$

» Tels sont les résultats. Ils semblent fort analogues à ceux que j'ai donnés (¹) pour les développements, par rapport à k, des fonctions elliptiques $\lambda(x)$, $\mu(x)$. Ils diffèrent cependant de ces derniers, et d'une manière remarquable, par ce fait que les conditions auxquelles doivent, dans les divers Σ, satisfaire les entiers i et j, ne renferment jamais j^2 quand il s'agit des fonctions elliptiques, et, au contraire, le contiennent toujours dans le cas des fonctions de M. Weierstrass.

» La forme générale de A_t qui précède était déjà connue : elle a été publiée pour la première fois (²) par le P. Joubert; mais les formes générales de B_t et de C_t me paraissent tout à fait nouvelles. »

(¹) *Comptes rendus*, séance du 27 mai 1878.

(²) *Ibid.*, séances des 29 mai et 5 juin 1876.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les seiches des lacs; leurs causes.* Note de M. F.-A. Forel.

« Les *seiches* sont des mouvements d'oscillation fixe, uninodale de l'eau des lacs; l'eau balance suivant les diamètres principaux des bassins : *seiches longitudinales* et *seiches transversales*. Leur durée est fonction de la longueur et de la profondeur moyenne de la section de lac suivant laquelle balance l'eau :

$$t = \frac{l}{\sqrt{gp}}.$$

» La durée de la seiche longitudinale du lac Léman est de 73 minutes, celle de la seiche transversale de 10 minutes.

» Un mouvement de balancement de l'eau peut être causé, ou bien par une secousse portée sur le vase qui renferme l'eau (tremblement de terre dans le cas des seiches), ou bien par une impulsion portée sur l'eau contenue dans le vase. Ne nous occupons aujourd'hui que de ce dernier cas.

» Toute cause produisant une impulsion assez rapide pour ne pas dépasser notablement la durée d'une demi-seiche pourra mettre l'eau du lac en oscillation de balancement. Parmi les actions capables de déterminer les seiches, je reconnais les suivantes :

» 1° L'éboulement d'une montagne dans le lac;

» 2° Le vent d'une avalanche de neige ou d'un éboulement de montagne dans le voisinage du lac;

» 3° La rupture de l'attraction électrique de nuages passant sur le lac, au moment de la décharge de la foudre (théorie de Bertrand). L'étude des tracés de mon limnimètre enregistreur de Morges prouve que cette action, si elle est efficace, ne produit en réalité que des seiches trop petites pour être reconnaissables;

» 4° Les variations locales et rapides de la pression atmosphérique (théorie de H.-B. de Saussure et de Vaucher). C'est à cette cause que je rapporte les seiches ordinaires du lac. Mais, étant données les allures des variations de la pression dans nos climats, cette action n'est pas capable d'expliquer les plus fortes seiches observées de notre lac. Je ne veux pas m'appuyer pour cette allégation sur les énormes seiches constatées à Genève et atteignant 1 mètre, $1^m,50$, $1^m,90$ d'amplitude, parce que je ne puis évaluer l'effet d'exagération de la hauteur de la vague occasionné par la

forme étroite, rétrécie et peu profonde du golfe de Genève. Mais je possède à Morges, où la forme des côtes est sans effet admissible sur l'amplitude des seiches, des exemples de seiches transversales de 10 minutes de durée, ayant atteint, dès la première oscillation, une amplitude de $0^m,11$ à $0^m,125$. Si ces seiches avaient dû leur impulsion à des variations de la pression atmosphérique, cela aurait correspondu à des hausses ou baisses du baromètre de 4 et 5 millimètres en 5 minutes, ce qui n'a pas lieu dans nos contrées.

» 5° Je propose d'expliquer ces très-fortes seiches par l'impulsion portée sur le lac par le coup de vent vertical descendant de l'orage.

» Qu'est-ce qu'un orage? Je le définirai en l'opposant au cyclone.

» Le cyclone est une perturbation atmosphérique d'assez grande étendue et d'assez grande durée se déplaçant à travers le continent, le plus souvent dans un sens déterminé, caractérisée par une diminution de la pression atmosphérique ayant son maximum au centre du phénomène et par l'existence de vents tourbillonnant en spirale et convergeant vers le centre du cyclone. Le cyclone est généralement accompagné d'orages.

» L'orage est une perturbation atmosphérique locale, peu étendue et de peu de durée, caractérisée par une hausse de baromètre, un refroidissement de l'air, des chutes de pluie et de grêle, des phénomènes électriques et des coups de vent divergeant en s'irradiant autour du centre de l'orage. L'orage peut présenter tous ces caractères, et alors il est parfait; il peut y avoir prédominance de l'un d'eux, et alors on a un orage de vent, un orage de pluie, un orage de grêle, un orage électrique.

» Le fait que les coups de vent divergent autour de l'orage prouve que ces vents ont pour cause un refoulement de l'air; le vent horizontal que nous constatons autour de l'orage est donc causé par une colonne d'air descendant du nuage orageux et venant s'aplatir sur le sol pour diverger en s'irradiant horizontalement. L'intensité souvent extrême du coup de vent horizontal nous montre la puissance du choc porté sur la terre par la colonne d'air descendante. Le coup de vent horizontal ne dure pas longtemps; la colonne d'air descendante a donc un effet mécanique rapide.

» Si le coup de vent vertical descendant vient porter sur un point convenable d'un lac, il y produira une dénivellation en dépression, relativement rapide, qui peut devenir l'impulsion génératrice d'une série de seiches. De là l'explication des belles seiches que nous avons vues débuter subitement sur le lac Léman au moment même où frappait l'orage; je citerai comme exemple les seiches longitudinales des 2 octobre 1841 et

24 novembre 1877, les seiches transversales des 22 août 1876 et 21 août 1877.

» Si la colonne d'air descendante, au lieu d'atteindre le lac, tombe sur la terre ferme, dans ce cas, alors même que l'orage sévit sur notre vallée, nous n'observons pas de seiches extraordinaires: je possède de nombreux exemples de ce dernier fait.

» En résumé, toute impulsion suffisamment rapide et suffisamment puissante portée sur l'eau d'un lac, dans une direction et en un point convenables, détermine une série de seiches. Les impulsions les plus puissantes sont dues au coup de vent vertical descendant de l'orage, les plus fréquentes aux variations locales de la pression atmosphérique; tout à fait accidentellement l'impulsion génératrice des seiches peut être due au vent de l'avalanche ou de l'éboulement d'une montagne et aux tremblements de terre. »

CHIMIE. — *Recherches sur le sous-nitrate de bismuth.* Note de M. **Alf. Riche**, présentée par M. Chatin.

« I. La présence du plomb a été signalée depuis longtemps dans le sous-nitrate de bismuth. Tout récemment on a publié dans ce Recueil que le plomb y existait souvent à une dose notable, qui pouvait s'élever à 1 pour 100. Dès que ce travail a été connu, la direction de l'École de Pharmacie de Paris a chargé MM. Bouis et Riche d'examiner le sous-nitrate vendu dans les diverses officines. Cette Note a trait au plomb seulement; M. Bouis s'occupe de son côté du bismuth à un autre point de vue, et il fera connaître le résultat de ses recherches dès qu'elles seront terminées.

» J'ai suivi rigoureusement la méthode indiquée dans la publication précitée, qui consiste à précipiter le plomb à l'état de sulfate en liqueur chlorhydrique faible, additionnée d'alcool en aussi grande quantité que possible.

» Les échantillons qui m'ont été remis proviennent de neuf fabriques; 100 grammes donnent un précipité de sulfate pesant :

A	B	C	D	E	F	G	H	I
gr 0,580	gr 0,277	gr 0,340	gr 0,341	gr 0,200	gr 0,267	gr 0,195	gr 0,578	gr 0,160
0,580	0,264	0,260	0,272	0,183	0,210	0,140		
0,330	0,260	0,240	0,135	0,160	0,180	0,137		

» En admettant que ce précipité soit exclusivement du sulfate de plomb, l'échantillon le plus impur en fournirait $0^{gr},580$, soit $0^{gr},396$ de plomb,

c'est-à-dire moins de $\frac{4}{1000}$. Or l'analyse de ces dépôts montre qu'ils sont de nature très-complexe; on y rencontre du sable, de la silice gélatineuse, des silicates, du bismuth, de l'argent, du fer, surtout de la chaux à l'état de sulfate. Le plomb ne s'y trouve souvent qu'en petite proportion.

» Je ne citerai que les résultats qui ont trait au plomb. Ils se rapportent, comme les précédents, à 100 grammes de sous-nitrate.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Sulfate brut..	0,580	0,277	0,240	0,272	0,160	0,267	0,137	0,180	0,160
Plomb calculé	0,396	0,189	0,164	0,186	0,109	0,182	0,093	0,123	0,109
Plomb trouvé	0,340	0,072	0,105	0,072	0,038	0,040	0,050	0,000	0,033

» Donc, à l'exception d'un seul échantillon, ces divers sous-nitrates renferment au maximum $\frac{1}{1000}$ de plomb; d'où je crois pouvoir conclure qu'il n'y a pas à redouter que le plomb existant dans le sous-nitrate puisse amener des désordres dans l'économie.

» II. L'expérience suivante montre que la présence du plomb peut être évitée dans le sous-nitrate. J'ai ajouté à du bismuth du commerce 2 pour 100 de plomb, et j'ai recueilli, en suivant rigoureusement les prescriptions du Codex, le précipité (M), que la solution nitrique de cet alliage fournit par l'action de 40 à 50 fois son volume d'eau ordinaire. L'eau surnageant ce précipité a été filtrée et la moitié a été additionnée d'ammoniaque, en ayant soin de laisser la liqueur acide : on a obtenu un second précipité (O). La seconde moitié, traitée par l'ammoniaque en excès, a donné un troisième dépôt (P).

» M. Ce précipité donne, avec l'acide sulfurique, un dépôt très-faible, qui ne contient pas sensiblement de plomb.

» O. Celui-ci renferme environ $\frac{1}{2}$ pour 100 de plomb.

» P. Ce dernier fournit 9 à 10 pour 100 de plomb.

» On a répété le même essai synthétique, en substituant à l'eau ordinaire de Paris une eau de puits très-calcaire, carbonatée et sulfatée. 100 grammes du sous-nitrate obtenu par l'eau, suivant le Codex, au lieu de fournir un précipité insensible, ont donné $0^{gr},775$ de sulfate brut, contenant seulement $0^{gr},056$ de plomb, tandis que la théorie indique $0^{gr},529$ de ce métal. Ce dernier sous-nitrate est jaunâtre, amorphe, plus dense que le précédent, qui est d'un beau blanc, cristallin, onctueux et léger.

» En conséquence : 1° le sous-nitrate de bismuth doit être fabriqué avec de l'eau peu chargée de sels calcaires, comme celle que les fabricants de Paris ont à leur disposition;

» 2° On suivra rigoureusement le procédé du Codex.

» III. C'est afin d'augmenter le rendement que les fabricants ont pris la fâcheuse habitude de saturer plus ou moins complétement les eaux mères du sous-nitrate avec de l'ammoniaque. Les expériences dont on va lire le résumé, sur le dosage de l'acide nitrique dans les produits préparés suivant la formule du Codex et dans les échantillons commerciaux montrent qu'ils sont dans l'erreur, parce que les premiers sels sont plus riches en acide nitrique et, par suite, que c'est en opérant la précipitation avec l'*eau pure* que l'on obtiendra le plus de rendement en produits utilisables.

» En effet, le sous-nitrate étant séparé, le fabricant n'aura qu'à précipiter par l'ammoniaque l'oxyde de bismuth des eaux mères, et à faire servir celui-ci à la préparation des composés du bismuth non employés en médecine.

» 100 de sous-nitrate contiennent :

1° Sous-nitrate précipité à l'eau ordinaire..	14,75	14,82	13,78	15,42	AzO^5
2° Sous-nitrate précipité par beaucoup d'ammoniaque................	9,80				»
3° Sous-nitrate précipité par ammoniaque en excès.......................	2,9	0,60			»
4° Sous-nitrate précipité par carbonate de soude...........................	3,14				»
5° Sous-nitrate précipité par eau de puits...	2,12		1,47		»
6° Sous-nitrates du commerce...........	11,98	11,68	11,23	10,63	AzO^5
	9,73	8,89	7,79	0,898	

» La formule $BiO^3AzO^5 + 2Aq$ conduit à 17,64 pour 100 d'acide azotique.

» J'ai fait trois déterminations qui montrent que le rendement en sous-nitrate est plus fort qu'on ne le pense généralement. On a obtenu :

Avec bismuth..........................	50^{gr}	100^{gr}	200^{gr}
1° Sous-nitrate au moyen de l'eau........	55	114	230
2° Oxyde de bismuth par l'ammoniaque.....	14	32	69

» Le mécanisme de l'action du sous-nitrate de bismuth dans l'économie est encore controversé. Il est incontestable qu'il absorbe l'acide sulfhydrique dans l'intestin, car les matières excrémentitielles des personnes soumises à sa médication sont noires. Dans ce cas, de l'acide azotique en proportion équivalente est rendu libre, et plusieurs médecins et pharmacologistes distingués croient que l'effet utile pourrait bien être dû, pour

une part, à l'action modificatrice lente produite par cet acide le long des parois étendues de l'intestin. S'il en est ainsi, on peut prévoir que l'efficacité d'un sous-nitrate préparé suivant la formule du Codex sera bien différente de celle que possédera le produit commercial signalé ci-dessus, renfermant seulement 0,898 pour 100 d'acide.

» Quoi qu'il en soit, il est de toute nécessité que le pharmacien livre au médecin un produit toujours semblable à lui-même, et l'Autorité doit veiller à ce que le sous-nitrate soit exclusivement préparé à l'eau peu calcaire, suivant la formule du Codex. On s'en assurera facilement par un simple dosage de l'acide azotique, et l'on devra rejeter tout produit qui contient moins de 12 à 13 pour 100 d'acide azotique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du rôle physiologique des hypophosphites.* Note de MM. **Paquelin** et **Joly**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les pyrophosphates et les hypophosphites sont depuis très-longtemps employés en thérapeutique comme reconstituants. Nous avons démontré que les pyrophosphates sortent de l'organisme tels qu'ils y entrent, sans subir aucune transformation; qu'on les retrouve en totalité dans les urines à l'état de pyrophosphates; que l'ingestion de ces produits ne fait qu'augmenter les dépenses de l'économie en raison du travail d'élimination qu'y nécessite leur présence; que les pyrophosphates en somme, bien loin d'être des reconstituants, ainsi qu'on le suppose depuis bientôt trente ans, ne sont que des diurétiques.

» Nos recherches sur l'action physiologique des hypophosphites nous ont conduits à des conclusions entièrement analogues.

» En voici la démonstration :

» *Analyse chimique.* — Soumis à l'action oxydante d'un mélange de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique, les hypophosphites, quand ils sont en solution, se transforment en phosphates. Tel est le fait principal sur lequel repose notre méthode d'analyse.

» Cette donnée acquise, un liquide contient en solution phosphates et hypophosphites, comment y doser séparément ces deux sortes de sels ?

» A cet effet, diviser le liquide en deux parties égales; déterminer, au moyen d'une solution titrée d'urane, l'acide phosphorique contenu dans l'une, traiter l'autre par un mélange oxydant de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique, la chauffer pour chasser l'excès de chlore qui se forme

pendant cette opération, puis y doser comme précédemment l'acide phosphorique avec la solution d'urane.

» La différence entre les deux résultats obtenus donnera la somme d'acide phosphorique résultant de la transformation de l'hypophosphite en phosphates.

» En doublant le premier résultat et cette différence, on saura d'une part ce que le liquide contenait d'acide phosphorique à l'état de phosphates, d'autre part la somme d'acide phosphorique résultant de la transformation de l'hypophosphite en phosphates.

» Ces opérations faites, étant connue en poids la relation (moyenne) qui existe entre les deux éléments constituants d'un phosphate, étant connue également la relation qui existe entre un poids donné d'hypophosphite et la quantité d'acide phosphorique que donne ce poids d'hypophosphite par suroxydation, il sera facile de déterminer et la somme de phosphates et la somme d'hypophosphite contenues dans la totalité du liquide.

» *Expérimentation physiologique.* — Mme N... a suivi pendant quinze jours un régime alimentaire uniforme. Du sixième jour inclusivement au onzième jour exclusivement, elle a pris à chaque repas principal 0^{gr},50 d'hypophosphite de soude, soit 5 grammes de ce sel en cinq jours. Un gramme de cet hypophosphite produit par suroxydation 0^{gr}, 450 d'acide phosphorique, soit pour 5 grammes d'hypophosphite 2^{gr},250 d'acide phosphorique.

» Les analyses des cinq premiers jours ont donné la composition normale des urines. Celle des dix derniers jours a montré les changements apportés dans cette composition par l'ingestion d'un gramme par jour d'hypophosphite de soude pendant cinq jours.

» De nos analyses il ressort que, sous l'influence de l'ingestion d'un gramme d'hypophosphite de soude en vingt-quatre heures, dans le même temps, la quantité moyenne des urines s'est élevée de 1135 à 1205; que la densité de ce liquide a été portée de 1024 à 1029; que la dépense de l'urée a augmenté de 598 milligrammes et celle de l'acide phosphorique de 335 milligrammes. De plus nos analyses démontrent que les hypophosphites traversent l'organisme sans subir aucune transformation et qu'on les retrouve en totalité dans les urines.

» *Conclusions.* — Les hypophosphites ne sont pas des reconstituants. Les hypophosphites sont des diurétiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les matières colorantes des vins.* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Cahours.

« Les catéchines (et leurs analogues, les quercétines), les tannins et les matières colorantes végétales sont liés par des relations étroites. On peut passer des premières aux dernières, comme je m'en suis assuré par l'oxydation ménagée des catéchines du gambir dont je me propose de communiquer sous peu le résultat à l'Académie. Ces relations deviennent tout à fait frappantes si, faisant une étude d'ensemble de ces corps, on les rapproche par séries parallèles, ou si l'on compare leurs produits de dédoublements.

» Pour appuyer ce qui n'était au début qu'une hypothèse sur l'origine et la nature des matières colorantes végétales, j'ai choisi l'une des séries dont les termes sont les plus nombreux et les plus rapprochés par leur origine même, les matières colorantes des vins. Des essais préliminaires m'avaient, en effet, montré qu'elles n'étaient point toutes identiques comme on le pense. Je puis affirmer aujourd'hui que chaque cépage produit une ou plusieurs matières colorantes spéciales, et que l'ensemble des principales de ces substances forme une famille de corps analogues, mais non identiques entre eux, appartenant à la série aromatique, jouant le rôle d'acides, en partie combinés dans les vins sous forme de sel ferreux, et paraissant résulter de l'oxydation de tannins correspondants.

» La matière colorante rouge du vin (alors réputée unique) fut étudiée par M. A. Glénard (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LIV, p. 360) qui lui donna le nom d'*œnoline*. Simmler l'avait obtenue impure, en 1854, et en 1856 Mulder (*Chemie des Weines*, Leipzig, p. 228) avait isolé du vin une matière bleue, non analysée, qu'il nomma *œnocyanine*. Nous avons reconnu, au cours de ce travail, que cette dernière substance n'était autre que le sel ferreux de l'une des matières colorantes rouges.

» Je me bornerai à faire connaître aujourd'hui les matières colorantes principales des deux cépages qui entrent particulièrement dans la composition du vin de Roussillon : le *carignane* et le *grenache*. Je les ai extraites de la pellicule du raisin lui-même avant toute fermentation. Elles sont identiques à celles des vins correspondants.

» *Matières colorantes du vin et du raisin de carignane.* — 300 kilogrammes de ce raisin ont été cueillis en pleine maturité, séparés de la râfle et exprimés. Ils ont laissé, après avoir été soumis, sur 1 mètre carré environ, à une pression de 100 000 kilogrammes, 6 kilogrammes de pellicules, qu'on a

fait digérer dans l'alcool à 85 degrés C. La liqueur a été précipitée par des additions d'acétate de plomb en poudre, tant qu'elle garda sa teinte rouge. Le précipité bleu foncé fut lavé et séché à 60 degrés dans l'acide carbonique. Cette poudre sèche, mêlée de sable, fut traitée, sauf quelques légères modifications, par l'excellente méthode de M. Glénard pour préparer l'œnoline. L'alcool chargé de la matière colorante fut évaporé à 45 degrés dans le vide et la liqueur réduite au quart fut précipitée par l'eau, lavée et séchée.

» La substance ainsi obtenue est une poudre rouge violacé, presque insoluble dans l'eau, insoluble dans l'éther, donnant avec l'alcool une liqueur rouge-carmin magnifique. Elle ne contient pas de cendres. Elle répond à la formule $C^{21}H^{20}O^{10}$.

	Expériences.		Théorie pour $C^{21}H^{20}O^{10}$.
C	57,93	58,02	58,33
H	4,67	4,70	4,62
O	»	»	37,05

» A côté de cette matière colorante principale se trouve dans le même vin une substance bleue à la fois azotée et ferrugineuse, que j'extrais par un tout autre procédé. Il consiste à saturer partiellement, *mais non complétement*, le vin par du carbonate sodique, puis à ajouter un excès de sel marin. Sous cette influence le vin se trouble, et bientôt il se précipite une poudre bleu-indigo qu'on lave à l'alcool, à l'éther et à l'eau bouillie chargée d'acide carbonique. C'est le sel ferreux d'un acide azoté rouge qu'on sépare en traitant à froid cette substance bleue par de l'eau chargée d'un peu d'acide chlorhydrique, ou mieux par de l'éther contenant un peu du même acide. On constate ainsi la formation du chlorure ferreux, tandis que l'acide rouge est mis en liberté.

» La composition du corps bleu répond à la formule $C^{63}H^{60}FeAz^{2}O^{30}$. Voici son analyse :

	Expériences.		Théorie pour $C^{63}H^{60}FeAz^{2}O^{30}$.
C	54,18	54,26	54,77
H	4,47	4,40	4,35
Fe	3,55	3,70	4,06
Az	2,11	2,20	2,03

en faisant abstraction d'une faible dose de cendres qu'on évite, en grande partie, en suivant exactement les prescriptions ci-dessus.

» On remarquera que la triplication de la formule de la substance précédente $C^{21}H^{20}O^{10}$ donne $C^{63}H^{60}O^{30}$, permettant d'entrevoir les rapprochements qui peuvent exister entre les deux matières colorantes ci-dessus.

» C'est à cette substance bleu violet en liqueur acétique faible qu'il faut attribuer le ton bleuâtre ou violet des vins corsés des pays chauds. Elle préexiste bien dans les vins sous forme de sel ferreux, car il suffit de les concentrer à basse température pour qu'elle se précipite d'elle-même à un certain moment.

» D'autres matières colorantes, dont quelques-unes azotées et solubles dans l'éther, se retrouvent encore dans le vin de carignane, mais les précédentes sont les plus importantes.

» *Matière colorante principale du grenache.* — Nous avons préparé cette substance avec les pellicules de 200 kilogrammes de raisin de grenache, comprimé comme ci-dessus et mis en digestion dans l'alcool, puis traité comme il a été dit pour le carignane. C'est une poudre rouge violet foncé à l'état sec, ayant des propriétés tout à fait analogues à la précédente, mais répondant à la formule $C^{23}H^{22}O^{10}$. Voici les analyses :

	Expériences.			Théorie pour $C^{22}H^{22}O^{10}$.
C........	59,88	60,03	59,90	60,26
H........	5,01	4,95	4,93	4,80
O........	»	»	»	34,94

» Si de la matière colorante du vin, obtenue par M. Glénard (avec le gamay, d'après un renseignement qu'il a bien voulu me communiquer), nous rapprochons celles dont nous venons de faire connaître la composition, nous aurons :

Matière colorante du gamay............	$C^{20}H^{20}O^{10}$
» du carignane..........	$C^{21}H^{20}O^{10}$
» du grenache............	$C^{23}H^{22}O^{20}$

» Ces trois matières colorantes, dont les propriétés, les réactions colorantes et les produits de dédoublement sont, comme nous le verrons, presque identiques, sont donc des corps isologues ; elles présentent entre elles les mêmes analogies de composition et de propriétés que les catéchines diverses que j'ai étudiées, dont elles diffèrent en général par deux atomes d'oxygène en plus.

» Nous ne pouvons ici nous étendre sur les propriétés et les dédouble-

ments de ces matières colorantes. Nous devons, pour aujourd'hui, nous borner à dire qu'elles dérivent de corps incolores tanniques, qu'on peut extraire de la pellicule du raisin prêt à mûrir et du vin lui-même, et qui, lorsqu'on veut les extraire, s'oxydent en se colorant en rouge à l'air avec la plus grande rapidité. »

M. Daubrée présente à l'Académie une brochure de M. *Cossa*, imprimée en italien, portant pour titre : « Recherches chimiques sur les minéraux et roches de l'île de Vulcano ».

L'auteur a reconnu le *cœsium* et le *rubidium* dans l'alun potassique provenant du volcan de Vulcano (îles Lipari). Ces deux métaux, avec du sélénium et de l'arsenic, ont ensuite été retrouvés par lui dans les trachytes mêmes, aux dépens desquels l'alun paraît avoir été formé, sous l'influence de vapeurs sulfureuses.

Deux fumerolles du voisinage du cratère, que M. Charles Sainte-Claire Deville avait analysées en 1856, ont encore, après vingt-deux ans, à très-peu près, la même composition qu'alors.

M. Laisné adresse à l'Académie la description d'un météore observé à Avranches par M. Brière.

« Le vendredi 7 juin, à 10 heures du soir, par un temps brumeux à l'horizon, mais plus clair à une certaine hauteur, dans la direction du nord-ouest, entre l'étoile polaire et les deux étoiles α et β de la Grande Ourse, mais plus près de la première (je l'ai constaté depuis, car à ce moment on ne voyait aucune étoile), apparut subitement un globe de feu, de la forme d'une énorme poire très-allongée, paraissant comme si elle avait environ 15 centimètres de diamètre à sa base, qui était en avant. Sa descente fut majestueuse, relativement lente (5 ou 6 secondes de durée). Sa nuance était d'un éclat bleu, presque aussi accentué que celui d'une fusée de cette couleur. Au moment où je le vis, il était à peu près à la hauteur de l'étoile polaire, et, quand il traversa plus bas la région des nuages, sa marche lumineuse, quoique voilée, se distinguait encore tantôt plus, tantôt moins ; il disparut entièrement près de l'horizon. Je n'ai point remarqué de longue traînée, comme il arrive souvent pour ces sortes de phénomènes ; seulement il se terminait en haut en pointe sensiblement longue, formant comme une belle queue à la poire. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen, M. Chevreul, présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Regnault* :

En première ligne, par ordre alphabétique...........	MM. CLOEZ. FRIEDEL.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique...........	MM. SCHUTZENBERGER. TROOST.
En troisième ligne, par ordre alphabétique...........	MM. GAUTIER. GRIMAUX. JUNGFLEISCH.
En quatrième ligne, par ordre alphabétique...........	MM. DEMARÇAY. SALET.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JUIN 1878.

(SUITE.)

Recherches d'embryologie. L'allantoïde et le chorion chez les Mammifères. Des corps biréfringents de l'œuf des ovipares; par A. DASTRE. Paris, G. Masson, 1876; in-8°. (Renvoi au Concours Serres.)

De l'énergie et de la structure musculaire chez les Mollusques acéphales; par A. COUTANCE. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

De la production et de la consommation des boissons alcooliques en France; par le Dr LUNIER. Paris, F. Savy, 1877; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Statistique.)

Statistique du bégaiement en France; par M. CHERVIN aîné. Paris, avenue d'Eylau, 90, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Statistique.)

Carte de la région de l'H'alfa et des voies de communication, routes ou chemins de fer, existants ou à créer, qui peuvent la desservir; par O. MAC-CARTHY. Alger, 1875-1876; carte en 1 feuille.

Rapport de M. Haton de la Goupillière à la Commission d'études des moyens propres à prévenir les explosions de grisou. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, 1877. Nantes, impr. Mellinet, 1877; in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXII, 4e série, t. II, liv. 1, 2. Bordeaux, impr. Cadoret, 1878; in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. E. MASCART. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Lettre à M. E. Littré sur la philosophie positive et son influence sur l'esprit public de l'Amérique du Sud; par A. DE CARVALHO. Rio de Janeiro, Barboza frères, 1878; in-12°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXV, 1877-78, serie terza, Transunti, vol. II, fasc. 5°, aprile 1878. Roma, Salviucci, 1878; in-4°.

Deutsche forstbotanik oder forstlichbotanische Beschreibung aller deutschen Waldhölzer, etc., herausgegeben von Dr NÖRDLINGER; erster Band. Stuttgart, J.-G. Cotta, 1874, in-8°; relié.

Matematica vera-falsita del sistema ciclometrico d'Archimede, ecc., pel geometra MOTTI GIOVANNI. Voghera, Tipogr. sociale, 1877; in-8°.

Discussioni matematiche con quadratura del circolo; dal geometra MOTTI GIOVANNI. Pavia, Sarchi, Mavelli e Comp., 1875; in-8°.

D. NARDO. *Biografia scientifica del fa S. A. Reina Clodiense : — Sull' esistenza dell' organo del gusto in alcune specie di cani marini. — Sunto di alcune osservazioni anatomiche sull' intima struttura della cute de' pesci. — Annotazione illustranti cinquanta quattre specie di Crostacei podottalmi, stomapodi, edriotalmi e succhiatori del mare Adriatico. — Sui vantaggi che possono aversi da mettere a profitto le sabbie incolte del litorale e le maremme dell' estuario veneto. — Sopra il potere che hanno alcuni olii essenziali. — Quali sieno i fatti principali che condurrebbero a supporre essere una mucedinea venefica la causa efficiente del cholera asiatico. — La pesca del pesce ne valli della veneta laguna, etc.*

— *Di una raccoltà centrale dei prodotti naturali ed industriali delle venete provincie Severio Wulfen.* — *Alberto Parolini, illustre naturalista di Bassano.* — *Sulla coltura degli animali acquatici nel veneto dominio.* — *Cenni storici critici sui lavori pubblicati specialmente nel nostro secolo, etc.* — *Relazione d'un opuscolo presentato all' I. R. Istituto dal Prof. G. Canestrini di Modena, intitolato « Note ittiologiche. »* — *Tentativi fatti nel veneto sulla piscicultura.* — *Bibliografia cronologica della fauna delle provincie venete; del mare Adriatico.* — etc., etc.; 62 brochures in-8° et in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUIN 1878.

Port de Gris-Nez (ou Portus Itius du XIXe *siècle). Projet de création d'un vaste port de commerce au cap Gris-Nez sur le Pas-de-Calais; par* M. A.-L. CAMBRELIN. Bruxelles, impr. Van Assche, 1877; in-4°.

Observatoire de Zi-ka-wei près Chang-Hai (Chine). Recherches sur les variations des vents à Zi-ka-wei, d'après les observations faites de 1873 à 1877; par le P. M. DECHEVRENS. Zi-ka-wei, typogr. de la Mission catholique, 1877; in-4°.

Feuillaison, défeuillaison, effeuillaison; par ALP. DE CANDOLLE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

A. BOREL. *Destruction du Phylloxera. Remède curatif pour la guérison de la maladie de la vigne, suivi de la guérison des vers à soie.* Lyon, impr. Schneider, 1878; br. in-8°.

Notice nécrologique sur M. Ch. Durieu de Maisonneuve; par M. C. ROUMEGUÈRE. Alger, typogr. V. Aillaud, 1878; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1878, mai. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Moyen économique de remédier aux inondations. Anduze, chez M. Ch. Verdeilhan, 1878; in-18°.

L'Algèbre d'Al-Kharizmi et les méthodes indienne et grecque; par M. L. RODET. Paris, Impr. nationale, 1878; in-8°. (Extrait du *Journal asiatique.*) [Présenté par M. Rolland.]

Note rectificative sur quelques Diptères tertiaires, et en particulier sur un

Diptère des marnes tertiaires (miocène inférieur) de Chadrat (Auvergne), la Protomyia Oustaleti, *qui devra s'appeler* Plecia Oustaleti; *par* M. Ch. Brongniart. Lille, imp. de Six-Horemans, 1878; br. in-8°.

Bulletin de la Société minéralogique de France, année 1878, Bulletins nos 1 et 2. Meulan, impr. A. Masson; 2 liv. in-8°.

Traitement de l'angine couenneuse (diphthérie du pharynx) par les balsamiques; par M. H. Trideau. Paris, J.-B. Baillière, 1874; br. in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Description d'une épidémie de béribéri observée à bord du navire Marie-Laure; *par* M. le Dr Dounon. Toulouse, typogr. Laurent, 1878; br. in-8°.

Guide pratique pour le traitement par la chlorodyne de la diarrhée de Cochinchine et des affections parasitaires du tube digestif; par M. Dounon. Toulon, typogr. Laurent, 1877; br. in-8°.

Anatomie pathologique de la dissenterie de Cochinchine. Lésion de l'intestin; par M. le Dr Dounon. Toulon, typogr. Laurent, 1878; br. in-8°.

Anatomie pathologique de la diarrhée de Cochinchine; par le Dr Dounon. Toulon, typogr. Laurent, sans date; opuscule in-8°.

Suppression de la diarrhée de Cochinchine par l'ébullition de l'eau; par M. le Dr Dounon. Toulon, typogr. Laurent, 1878; opuscule in-8°.

Description des parasites, étiologie et pathogénie de la diarrhée de Cochinchine; par M. Dounon. Toulon, typogr. Laurent, 1877; br. in-8°.

Description d'un baromètre-balance enregistreur; par M. A. Croya. Montpellier, typogr. Boehm; in-4°.

The quarterly journal of the geological Society; vol. XXXIV, may 1878. London, 1878; in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les COMPTES RENDUS hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel, et part du 1[er] janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris .... 20 fr.
Pour les Départements .... 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Les années qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément 15 francs.
Il reste encore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

A Agen	Michel et Médan.
Alger	Garault St-Lager. Orlando.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse, Belleuvre et C[e].
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion
Cherbourg	Lepoittevin.
Bordeaux	Chaumas. Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Rousseau.
Dijon	Lamarche.
Douai	Bonnard-Obez. Crépin.
Grenoble	Drevet.
La Fère	Bayen.
La Rochelle	Hairitau.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Charles.
Lyon	Beaud. Palud.
A Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Moulins	Martial Place.
Nantes	Douillard frères. M[me] Veloppé.
Nancy	André. Grosjean.
Nice	Barma. Visconti.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Ressayre.
Rennes	Morel et Berthelot. Verdier.
Rochefort	Brizard. Valet.
Rouen	Météric. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe aîné. Rumèbe jeune.
Toulouse	Gimet. Privat.
Valenciennes	Giard. Lemaître

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

A Amsterdam	L. Van Bakkenes et C[ie].
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et C[ie].
Bologne	Zanichelli et C[ie].
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq et Dubent. Merzbach et Falk.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Clemm.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Imer-Cuno.
Leipzig	Brockhaus. Twietmeyer. Voss.
Liège	Bounameaux. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
A Moscou	Gautier.
Madrid	Bailly-Baillière. V[e] Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et C[ie].
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Magalhães et Moniz. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Samson et Wallin.
S[t]-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Venise	Ongania.
Vérone	Drucker et Tedeschi.
Vienne	Gerold et C[ie].
Zürich	Franz Hanke. Schmidt.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1[er] à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1[er] Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBÈS et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 15 fr.

On trouve également à la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

Un prospectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 17 Juin 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1878.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXXVI.

N° 25 (24 Juin 1878).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1878

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions sphériques.* Note de M. **Hermite**.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. le Dr E. Heine, professeur à l'Université de Halle, de la seconde édition d'un ouvrage intitulé : *Sur les fonctions sphériques. Théorie et applications.* Ce sont les applications du calcul à la Mécanique céleste qui ont conduit à la découverte et à l'introduction en Analyse des fonctions auxquelles est consacré le beau et savant ouvrage de M. Heine. Legendre et Laplace, dans d'admirables recherches sur la théorie de l'attraction des sphéroïdes et la figure des planètes, en ont donné les propriétés fondamentales, et elles ont été ensuite employées avec le plus grand succès dans beaucoup de questions importantes de Physique mathématique, et principalement dans la Théorie de la chaleur. Après ces deux grands géomètres, et en suivant la voie qu'ils avaient ouverte, Lamé est parvenu à ses belles découvertes qui

ont étendu à la fois, comme on le sait, le champ des applications du calcul à la Physique et celui de l'Analyse pure. Coordonner, sous ce double point de vue, de nombreux et importants travaux, ceux de Dirichlet, de Jacobi, de nos illustres confrères Lamé et M. Liouville, de M. F.-E. Neumann, compléter la théorie sous un point de vue essentiel par l'introduction des fonctions de seconde espèce, montrer enfin par quels liens étroits elle se rattache aux fractions continues algébriques et à la série hypergéométrique de Gauss, tel est en peu de mots l'objet d'un ouvrage auquel l'auteur a fait concourir tous les travaux de sa vie scientifique. Un point entièrement nouveau me semble devoir être particulièrement signalé à l'attention : c'est celui qui se rattache aux recherches de Lamé. Soient $a_1, a_2, \ldots, a_p$ des constantes, et $\vartheta(x)$ une fonction entière, composée de telle manière que l'une des intégrales de l'équation différentielle

$$(a) \qquad \frac{dy^2}{du^2} + \vartheta(x)y = 0,$$

où l'on suppose

$$du = \frac{dx}{\sqrt{x(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_p)}},$$

soit une fonction entière et du degré n de $\sqrt{x}, \sqrt{x-a_1}, \ldots, \sqrt{x-a_p}$. L'auteur appelle cette intégrale *fonction de Lamé* de première espèce, de degré n et d'ordre p. Il démontre l'existence et trouve le nombre de ces fonctions pour chaque ordre p (§ 135). Les intégrales de l'équation différentielle, qui s'évanouissent pour des valeurs infinies de x, forment les fonctions de seconde espèce. Pour $p = 2$, on a les fonctions ellipsoïdales E, introduites par Lamé lui-même; et, si l'on fait $a_1 = a_2$, elles se changent en fonctions sphériques de Legendre. Supposons ensuite que les produits $n\sqrt{x-a_1}$, $n\sqrt{x-a_2}$ soient finis pour n infini, on trouve (p. 413) les *fonctions de cylindre elliptique;* et, en faisant en outre $a_1 = a_2$, on en conclut les *fonctions de cylindre de révolution.* Ces dernières, introduites par Fourier, en 1822, sont de première ou de seconde espèce et, dans le premier cas, ont la forme

$$\begin{aligned} J_\nu(x) &= \frac{x^\nu}{2.4\ldots 2\nu}\left[1 - \frac{x^2}{2(2\nu+2)} + \frac{x^4}{2.4(2\nu+2)(2\nu+4)} - \ldots\right] \\ &= \frac{(-1)^\nu}{\pi}\int_0^\pi e^{ix\cos\varphi}\cos\nu\varphi\, d\varphi. \end{aligned}$$

L'auteur les représente ainsi :

$$K_\nu(x) = (-1)^\nu \int_0^\infty e^{ix\cos iu} \cos i\nu u \, du = (-1)^\nu K_\nu(-x),$$

sous la condition que la partie réelle de ix soit négative; et, pour une valeur réelle de x, il égale $K_\nu(x)$ à la moyenne arithmétique, entre $K_\nu(x + oi)$ et $K_\nu(x - oi)$.

» Pour toutes ces fonctions on a des théorèmes semblables : par exemple, un théorème d'addition, comme celui de Laplace (voir p. 312, 333, 340, 346, 455, etc.).

» Lamé a créé ses fonctions (*Journal de M. Liouville*, t. IV, p. 139) en intégrant par des produits $E(\rho_1)$, $E(\rho_2)$ l'équation

$$\frac{d^2U}{d\varepsilon_1^2} + \frac{d^2U}{d\varepsilon_2^2} + n(n+1)U(\rho_1^2 - \rho_2^2) = 0;$$

et les fonctions de cylindre elliptique tirent leur origine de l'équation bien connue

$$\frac{d^2U}{du^2} + \frac{d^2U}{d\varphi^2} + \lambda^2(\cos^2\varphi - \cos^2 iu)U = 0.$$

Pour qu'elle admette une intégrale particulière de la forme $F(\varphi)\,F(iu)$, il faut poser

$$(b) \qquad \frac{d^2F(\varphi)}{d\varphi^2} + (\lambda^2\cos^2\varphi - l)\,F(\varphi) = 0.$$

» Mais la constante l n'est pas définie comme la constante B de Lamé, par la condition que les fonctions F, du moins dans la première de leurs quatre classes, soient entières. La condition est alors que chaque intégrale de l'équation (b) soit une fonction périodique de φ, développable par la formule de Fourier. Si l'on représente les fonctions $F(\varphi)$, par exemple, dans la première de leurs quatre classes, par les séries $\Sigma\alpha_\nu \cos 2\nu\varphi$, la condition nécessaire est que α_ν s'évanouisse pour ν infini, et l'auteur démontre (p. 412) qu'elle suffit en même temps pour assurer la convergence de la série. Or α_ν est un polynôme entier en l, du degré ν, et la condition $\alpha_\infty = 0$ donne une équation d'un degré infini. M. Heine démontre (§ 104) que chaque racine, jusqu'à une grandeur quelconque, peut être comprise entre des limites aussi rapprochées qu'on le veut, et parvient (p. 408) au résultat suivant :

» Les constantes α_ν sont les dénominateurs N_ν des réduites de la fraction continue

$$\sigma = 1 - \cfrac{1}{-\frac{1}{2}bz - \cfrac{1}{b(1-z) - \cfrac{1}{b(4-z) - \cfrac{1}{b(9-z) - \ldots}}}}$$

ou $\lambda\sqrt{b} = 4$, en prenant pour z les diverses racines de l'équation $N = 0$.

» Les mêmes coefficients α_ν entrent dans le développement de $F(\varphi)$ suivant les fonctions J (p. 414), et, en y remplaçant les quantités J par les fonctions de deuxième espèce K, on a le développement des fonctions $F(\varphi)$ de deuxième espèce de cylindre elliptique.

» On retrouve enfin les mêmes valeurs α_ν (p. 421), si l'on transforme, par une substitution orthogonale, la forme quadratique d'un nombre infini de variables,

$$b(1.x_1^2 + 4x_2^2 + 9x_3^2 + \ldots) - 2(x_0x_1 + x_1x_2 + x_2x_3 + \ldots)$$

en une somme de carrés $z_0y_0^2 + z_1y_1^2 + z_2y_2^2 + \ldots$, et ce résultat pouvait être prévu, d'après une proposition analogue concernant les fonctions de Lamé.

» Dans les deux cas, le polynôme homogène du second degré à transformer a la forme singulière

$$\Sigma a_i x_i^2 + 2\Sigma b_i x_i x_{i+1}.$$

» La démonstration des théorèmes ainsi que les résultats dans la théorie de la transformation orthogonale sont plus simples à l'égard d'une telle forme singulière que dans le cas général. On peut mettre cette remarque à profit, Jacobi ayant démontré (*Journal de Crelle* et de M. Borchardt p. 39 et 69, p. 290 et 1) que toute forme quadratique peut être réduite par des substitutions équivalentes à cette forme particulière, et une légère modification de la méthode de Jacobi permet de démontrer qu'on peut obtenir cette transformation au moyen d'une série de substitutions orthogonales très-simples, les coefficients s'exprimant par des racines carrées (p. 480). Ces mêmes remarques ont été faites d'ailleurs par M. Kronecker dans un Mémoire publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*

de Berlin, 1878, p. 105, et dont l'auteur a reçu communication pendant que s'imprimaient les dernières pages de son livre ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le système complet des invariants et covariants irréductibles appartenant à la forme binaire du huitième degré.* Note de M. SYLVESTER.

« En commençant par la forme brute

$$\frac{1 - u^{-2}}{(1 - tu^{8})(1 - tu^{6})(1 - tu^{4})(1 - tu^{2})(1 - t)(1 - tu^{-2})(1 - tu^{-4})(1 - tu^{-6})(1 - tu^{-8})},$$

on connaît que le nombre des covariants qui appartiennent à la forme binaire du huitième degré, et qui sont de l'ordre j dans les coefficients et du degré ε dans les variables, est le coefficient $t^{j}.u^{\varepsilon}$ dans le développement de cette fraction selon les puissances ascendantes de t. De là on conclut que, j et ε étant positifs, on peut substituer à cette fraction la fraction dont

$$\begin{aligned}&(1 - t^{2})(1 - t^{3})(1 - t^{4})(1 - t^{5})(1 - t^{6})\\ &\quad\times(1 - t^{7})(1 - tu^{8})(1 - t^{2}u^{12})(1 - t^{2}u^{8})(1 - t^{2}u^{4})\end{aligned}$$

est le dénominateur, et dont le numérateur est

$$\begin{aligned}&1 + t^{8} + t^{9} + t^{10} + t^{18}\\
&+ u^{2}(t^{5} + t^{6} + 2t^{7} + 2t^{8} + 3t^{9} + 2t^{10} + 2t^{11} + t^{12} + t^{13})\\
&+ u^{4}(t^{3} + 2t^{4} + 2t^{5} + 2t^{6} + 2t^{7} + 2t^{8} + t^{9} + t^{10}\\
&\qquad + t^{11} + t^{12} + 2t^{13} + 2t^{14} + t^{15} + t^{16} - t^{20})\\
&+ u^{6}(t^{3} + t^{4} + 2t^{5} + 3t^{6} + 3t^{7} + 3t^{8} + 3t^{9} + 2t^{10} + t^{11} + t^{12})\\
&+ u^{8}(t^{3} + t^{4} + t^{5} + 2t^{6} + 2t^{7} + 3t^{8} + 2t^{9}\\
&\qquad + t^{10} + t^{11} + t^{12} - t^{15} - t^{16} - t^{18} - t^{19} - t^{20})\\
&+ u^{10}(t^{3} + 2t^{4} + 3t^{5} + 2t^{6} + 2t^{7} + t^{8} - t^{9} - 2t^{10}\\
&\qquad - 4t^{11} - 4t^{12} - 3t^{13} - 3t^{14} - 2t^{15} - t^{16} - t^{17})\\
&+ u^{12}(t^{3} + t^{4} - t^{8} - t^{0} - 2t^{10} - 2t^{11} - 2t^{12} - 2t^{13} - 4t^{14}\\
&\qquad - 4t^{15} - 4t^{16} - 3t^{17} - 2t^{18} - t^{19} - t^{20} + t^{21} + t^{22})\\
&+ u^{14}(t^{3} + t^{4} + t^{5} + t^{6} - t^{7} - t^{8} - 3t^{9} - 5t^{10} - 6t^{11}\\
&\qquad - 6t^{12} - 6t^{13} - 4t^{14} - 4t^{15} - 2t^{16} - t^{17})\\
&+ u^{16}(- t^{8} - 2t^{9} - 4t^{10} - 4t^{11} - 6t^{12} - 6t^{13} - 6t^{14}\\
&\qquad - 5t^{15} - 3t^{16} - t^{17} - t^{18} + t^{19} + t^{20} + t^{21} + t^{22})\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
&+ u^{18}(t^3 + t^4 - t^5 - t^6 - 2t^7 - 3t^8 - 4t^9 - 4t^{10} - 4t^{11} \\
&\qquad - 2t^{12} - 2t^{13} - 2t^{14} - 2t^{15} - t^{16} - t^{17} + t^{21} + t^{22}) \\
&+ u^{20}(- t^8 - t^9 - 2t^{10} - 3t^{11} - 3t^{12} - 4t^{13} - 4t^{14} \\
&\qquad - 2t^{15} - t^{16} + t^{17} + 2t^{18} + 2t^{19} + 3t^{20} + 2t^{21} + t^{22}) \\
&+ u^{22}(- t^5 - t^6 - t^7 - t^9 - t^{10} + t^{13} + t^{14} + t^{15} \\
&\qquad + 2t^{16} + 3t^{17} + 2t^{18} + 2t^{19} + t^{20} + t^{21} + t^{22}) \\
&+ u^{24}(t^{13} + t^{14} + 2t^{15} + 3t^{16} + 3t^{17} + 3t^{18} + 3t^{19} + 2t^{20} + t^{21} + t^{22}) \\
&+ u^{26}(- t^5 + t^9 + t^{10} + t^{11} + 2t^{12} + t^{13} + t^{14} + t^{15} \\
&\qquad + t^{16} + 2t^{17} + 2t^{18} + 2t^{19} + 2t^{20} + 2t^{21} + t^{22}) \\
&+ u^{28}(t^{12} + t^{13} + 2t^{14} + 2t^{15} + 3t^{16} + 2t^{17} + 2t^{18} + t^{19} + t^{20}) \\
&+ u^{30}(t^7 + t^{15} + t^{16} + t^{17} + t^{25}).
\end{aligned}
$$

» Cette fraction a été prise sous sa forme canonique au moyen de l'introduction, dans le numérateur et le dénominateur, du facteur commun

$$(1 + tu^6)(1 + tu^4)(1 + tu^2).$$

» En opérant sur les termes positifs de ce numérateur par la méthode générale du tamisage et en combinant les résultats avec les *primaires* donnés par le dénominateur, on obtient la table suivante pour le système complet des *grundformen* du quantic du huitième degré :

Ordre dans les coefficients.	Degré dans les variables.									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1......					1					
2......	1		1		1		1			
3......	1		1	1	1	1	1	1		1
4......	1		2	1	1	2	1	1		1
5......	1	1	2	2	1	3		1		
6......	1	1	2	3	1	1				
7......	1	2	2	3						
8......	1	2	2	2						
9......	1	3	1							
10......	1	2								
11......		2								
12......		1								

» Dans cette table un chiffre quelconque dans l'intérieur du cadre exprime le nombre des formes dérivées irréductibles de l'ordre qui se trouve au commencement de la ligne et du degré qui se trouve à la tête de

la colonne dans laquelle le chiffre est situé. Ainsi, par exemple, il y aura trois covariants irréductibles de l'ordre 6 et du degré 6, 2 de l'ordre 8 et du degré 6, et ainsi en général. Le nombre total de ces formes irréductibles est 69, le degré le plus élevé 18, l'ordre le plus élevé 12. La limite supérieure donnée par la méthode expliquée dans ma dernière Communication (qui sort de la considération de la génératrice à une seule variable) est $2(302)+2=606$, qui est beaucoup trop grand. Mais, en se servant de la même méthode appliquée à la fonction génératrice *à deux variables* dans sa forme canonique donnée ci-dessus, au lieu de la fonction génératrice à une seule variable, on obtiendra comme limite supérieure

$$(2\sigma-\tau-2)+\varepsilon+\nu$$

σ étant la somme des coefficients positifs, τ la somme des coefficients négatifs dans le numérateur, ε le nombre des liaisons algébriques entre les *primaires* qui répondent aux indices des facteurs du dénominateur, et ν le nombre de ces facteurs.

» On aura donc

$$\sigma=70,\quad \tau=70,\quad \nu=10,\quad \varepsilon=\nu-8=2,$$

et la limite supérieure devient 80, qui n'est pas beaucoup plus grand que le nombre 69 qu'on a trouvé.

» De même, pour le cas d'une fonction du sixième degré, la limite supérieure tirée de la fonction génératrice (dans sa forme canonique) à deux variables sera $(2\sigma-\tau 2)+\varepsilon+\nu$, où l'on trouvera

$$\sigma=29,\quad \tau=29,\quad \nu=7,\quad \varepsilon=\nu-6=1,$$

et conséquemment la limite devient 35, le vrai nombre étant 27.

» La limite inférieure est évidemment dans tous les cas le nombre donné par la règle du tamisage : par conséquent, dans tous les exemples qu'on a précédemment traités, cette limite coïncide avec le nombre actuel des *grundformen*. On peut à peine douter que cette identité, qui est conforme à la *loi de parcimonie*, et soutenue par une induction à peu près irrésistible, ne soit d'application universelle, et il serait fort à désirer que M. Gordan ou quelqu'un de ses élèves fît connaître, s'il ne l'a pas déjà fait, le système des *grundformen* pour le quantic du huitième degré obtenu par sa méthode, afin qu'on pût le comparer avec celui qui se déduit de la mienne.

» Pour éviter toute ambiguïté, je dois ajouter que la fonction généra-

trice à une variable est celle qui sert à donner le nombre total des covariants d'un ordre donné dans les coefficients sans que le degré dans les variables soit spécifié, tandis que la fonction génératrice à deux variables est celle qui sert pour l'énumération des covariants dont l'ordre et le degré sont tous les deux donnés. Les deux fonctions deviennent algébriquement égales quand, dans la dernière, on aura fait $u = 1$; mais le facteur commun au numérateur et au dénominateur ne sera pas en général le même dans les deux expériences. »

PHYSIQUE. — *Sur le déplacement de la bulle des niveaux à bulle d'air.* Note de M. **Ph. Plantamour.**

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Lœwy.)

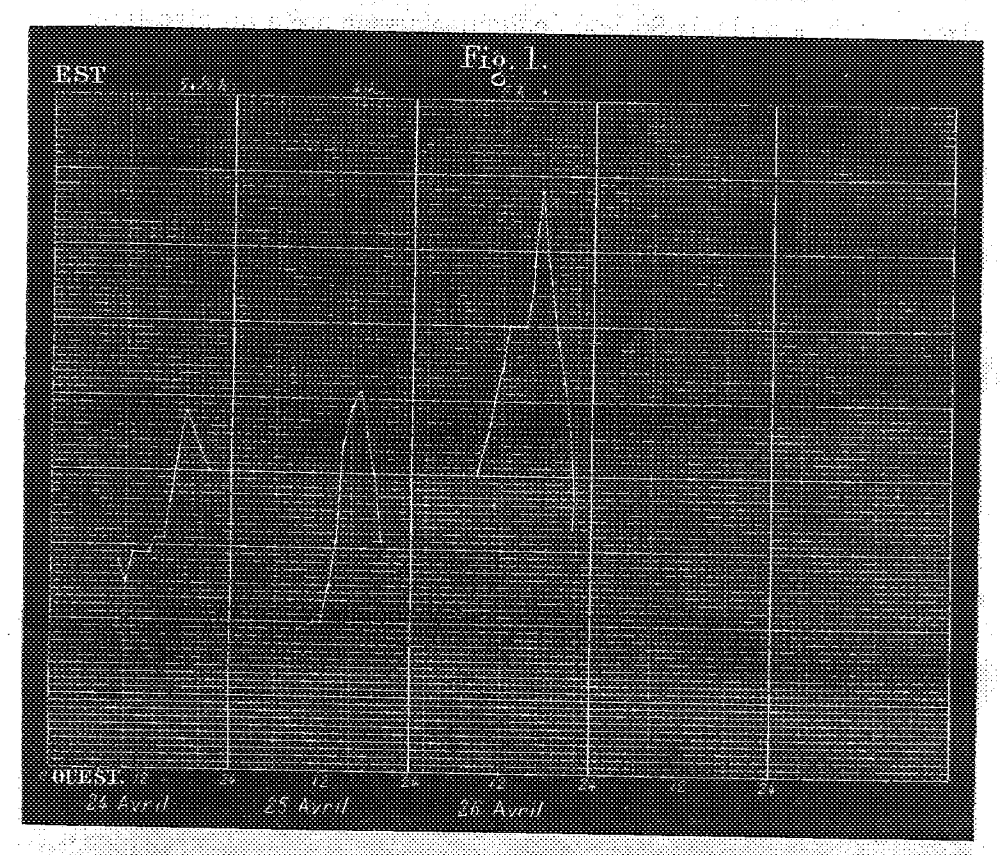
« J'ai été conduit ce printemps à faire des observations suivies sur le déplacement de la bulle des niveaux à bulle d'air qui, bien que là où les causes ne soient pas encore déterminées, pourraient peut-être intéresser l'Académie.

» Pour en vérifier l'horizontalité, j'avais placé un niveau à bulle d'air sur la table très-massive de mon limnographe, dans le bâtiment consacré à cet instrument, au bord du lac.

» Je n'ai pas tardé à m'apercevoir que la bulle se déplaçait, non-seulement d'un jour à l'autre, mais aussi dans le courant d'un même jour. La table pouvant éprouver des torsions, sous l'influence des variations de température et d'humidité, j'ai posé le niveau sur le sol bétonné : les mêmes mouvements de la bulle se sont reproduits. J'ai pensé alors que ces déplacements de la bulle pouvaient être dus à une défectuosité de mon niveau qui, déjà ancien, n'aurait pas été établi avec toutes les précautions voulues, et je me suis adressé à la Société de Plainpalais qui me confia un niveau rodé, construit avec le plus grand soin et vérifié.

» Sur le sol du pavillon, à côté d'un thermomètre qui n'indiquait que de faibles variations de température, ce niveau, d'une grande sensibilité, orienté de l'est à l'ouest, observé, autant que possible, d'heure en heure, de 9 heures du matin à minuit, accusait des mouvements relativement considérables. Les déplacements de la bulle ont été notés avec une grande exactitude, au moyen d'une graduation en millimètres, et les résultats des observations transportés sur un quadrillé millimétrique, où les abscisses représentent les heures, tandis que chaque millimètre d'ordonnée équivaut à $0'',35$. J'ai ainsi obtenu, pour le 24, le 25 et le 26 avril, des courbes

qui signalent un maximum d'élévation diurne de l'est à $5^h 30^m$, 4 heures et 5 heures du soir, en même temps qu'un mouvement ascensionnel graduel de l'est pendant ces trois iours. La *fig.* 1 représente ces oscillations,



Les observations de la *fig.* 1 ont été faites sur le sol du pavillon et celles des *fig.* 2, 3 et 4 dans la cave.
Chaque millimètre d'abscisse vaut une heure.
Chaque millimètre d'ordonnée vaut à peu près 0'',5 pour le grand niveau et 0'',35 pour le petit niveau.

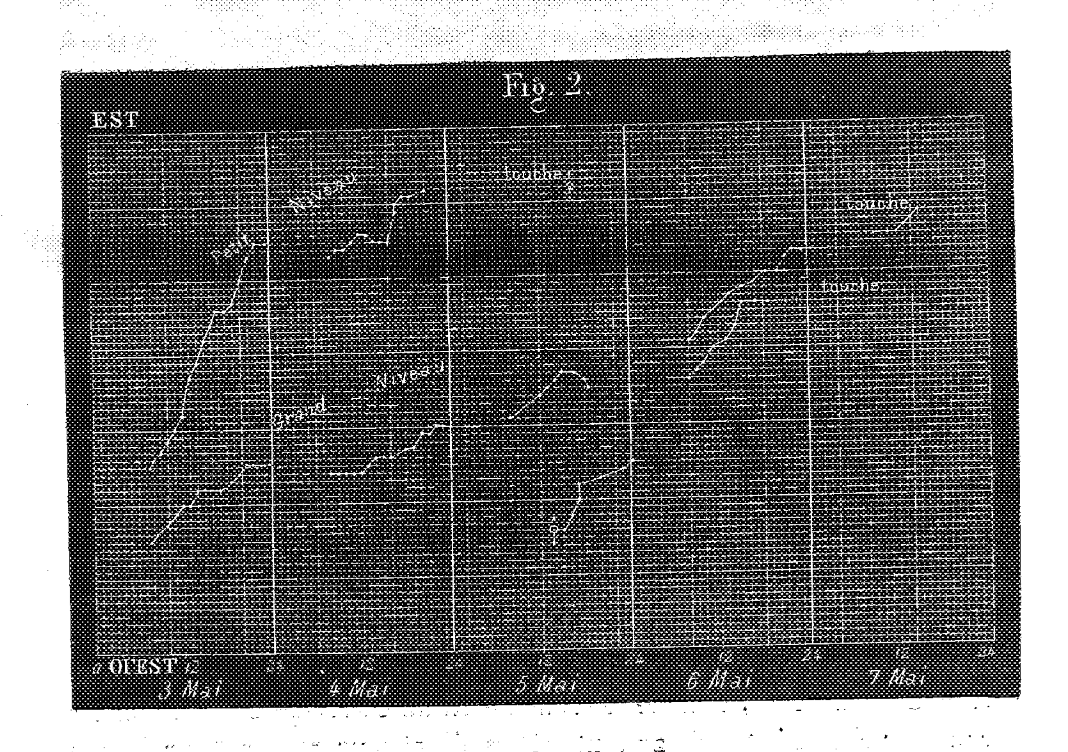
dont l'amplitude respective est de 8'',4, 11'',2, 15'',75.

» Voulant me mettre à l'abri de mouvements possibles du sol du pavillon, fondé depuis un an seulement, et aussi de ceux que pourrait occasionner la trop grande proximité du lac, je me suis décidé à transporter le niveau dans ma cave, dont le sol consiste en un carrelage fixé au mortier sur une couche de béton de 20 centimètres d'épaisseur, reposant sur l'argile bleue compacte, travail exécuté il y a vingt ans. Cette cave offrait, en outre, l'avantage d'une grande fixité de la température, laquelle s'est maintenue

pendant toute la durée des observations entre 13 degrés et 13°, 5 C. Le niveau si sensible dont je m'étais servi jusqu'alors était plutôt court (12 centimètres sans compter le réservoir), de sorte qu'il arrivait fréquemment que la bulle touchait l'extrémité. Pour laisser plus de marge au déplacement de la bulle, la Société de Plainpalais me prêta un niveau un peu plus grand (19 centimètres, sans le réservoir), qui se trouva être un peu moins sensible. 1 millimètre de déplacement de la bulle représente, pour ce niveau, un angle de 0″, 5. Le directeur de cette Société, M. Th. Turrettini, eut l'obligeance d'y joindre, comme support, le grand chevalet en fer qui sert à la vérification des niveaux.

» Les deux niveaux furent ensuite établis dans la cave, à 2 mètres l'un de l'autre, et orientés de l'est à l'ouest.

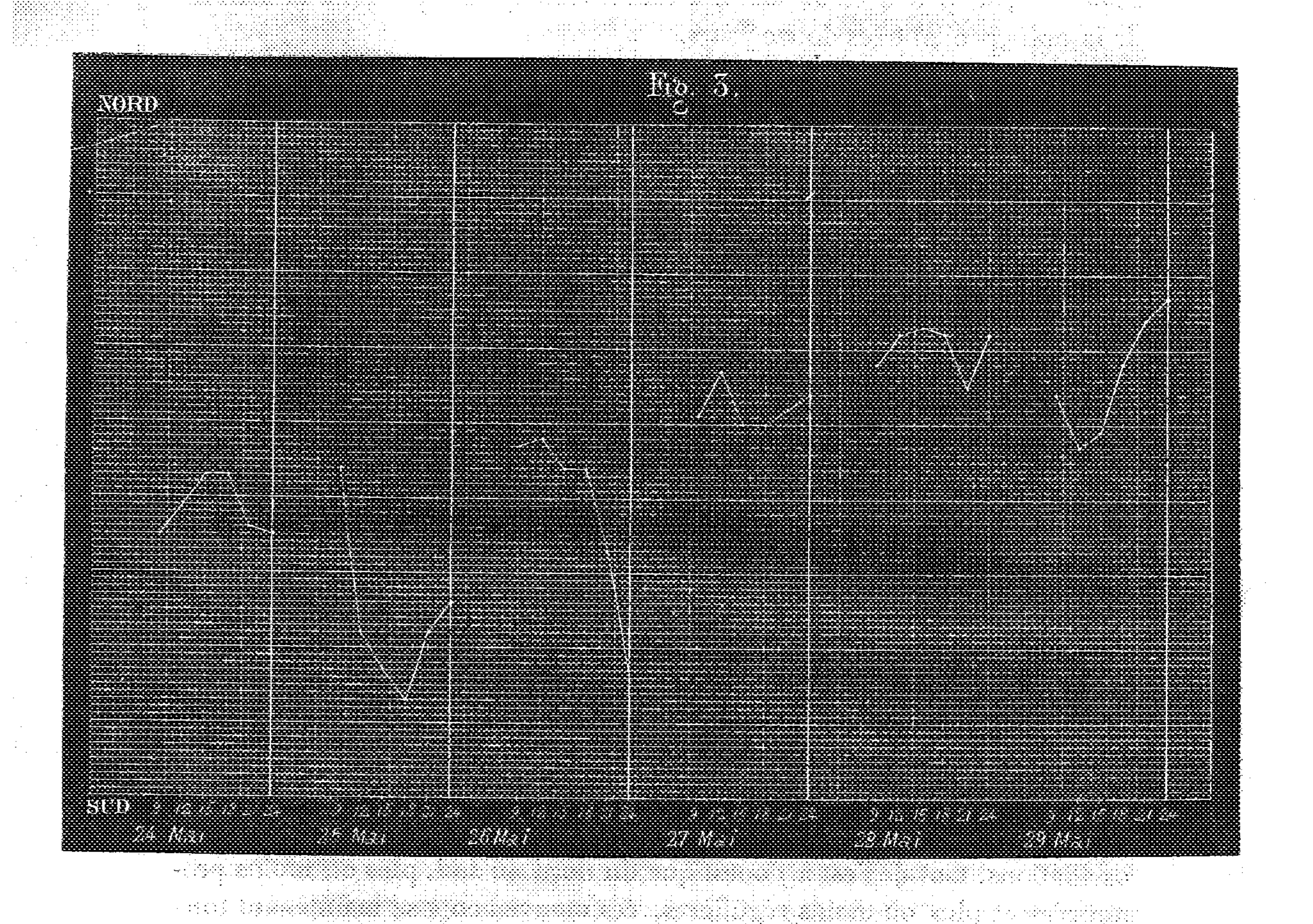
» Pendant les deux premiers jours du mois de mai, dans les deux niveaux, la bulle s'est dirigée à l'est, sans retour notable à l'ouest, le mouvement dans le petit niveau étant plus accentué que dans le grand. M. Turrettini



qui, sans me prévenir, avait fait faire des observations simultanées dans l'atelier de Plainpalais, vint m'annoncer que la bulle s'était dirigée gra-

duellement à l'est, sans retour à l'ouest. Dans les deux localités, distantes l'une de l'autre d'environ 3 kilomètres, il y avait donc eu, pendant cette période, un soulèvement à peu près continu de l'est : d'après le grand niveau, il aurait été, à Sécheron, d'à peu près 17 secondes du 3 au 6 mai.

» Le diagramme ci-dessus (*fig.* 2) représente le chemin parcouru par les deux bulles pendant ces quatre jours.



» Jusqu'au 19 mai, la bulle du grand niveau a progressé lentement vers l'est avec de faibles et rares retours à l'ouest et offrant, le 11 mai entre autres, une grande immobilité.

» Dans l'opération au moyen de laquelle on vérifie l'horizontalité de l'axe d'une lunette méridienne, il paraît qu'on remarque bien un léger mouvement d'exhaussement de l'est pendant une partie de l'année, mais

il n'est pas aussi considérable que celui qu'accuse mon niveau, et l'on n'a jamais remarqué, que je sache, une oscillation diurne comme celle qu'a indiquée le niveau dans le pavillon. On me conseilla de retourner le niveau.

» L'extrémité est ayant été placée à l'ouest, je repris le 20 mai jusqu'au 31 mai, avec le grand niveau, des observations, de trois en trois heures seulement, de 9 heures du matin à minuit. La *fig.* 4 représente la marche de la bulle pendant ces douze jours.

» Durant cette période, le mouvement graduel d'exhaussement de l'est s'est arrêté; les oscillations diurnes sont moins régulières, sauf peut-être pour les 20, 23, 26, 28 et 30 mai; en revanche, on remarque deux ou trois brusques exhaussements de l'ouest les 21, 25 et 27, avec retours non moins brusques à l'est.

» Du 24 au 29 mai j'ai observé concurremment le petit niveau, qui, je le rappelle, est très-sensible, orienté du sud au nord. La *fig.* 3 ci-dessus représente les déplacements de la bulle. Dans cette position, on distingue aussi très-bien des oscillations diurnes, mais les heures, pour les points culminants, ne sont pas les mêmes que dans la position est-ouest; tandis que, les 24, 26, 27, 28 mai, le maximum d'exhaussement du nord tombe à peu près au milieu du jour, le 25 mai, le sud s'est élevé considérablement à 6 heures du soir et le 26 à minuit; d'autre part, le 29 mai, le nord a éprouvé un maximum d'élévation à minuit. Pendant ces six jours, il y a eu un exhaussement graduel du nord, interrompu, comme on vient de le voir, par une perturbation qui a produit, le 25 et le 26, deux soulèvements du sud brusques et très-prononcés.

» En résumé, il ressort de ces observations que, dans certaines périodes, il y aurait un exhaussement graduel de l'est sans retour notable à l'ouest; dans d'autres, il y aurait une certaine immobilité de l'horizontalité, et, enfin, pendant des temps plus ou moins prolongés, le sol éprouverait des oscillations, tant de l'est à l'ouest que du nord au sud, plus ou moins prononcées et plus ou moins régulières, ces mouvements se maintenant toutefois dans des limites assez restreintes, puisque les plus grands n'ont pas atteint 20 secondes.

» Mon intention est de continuer ces observations avec un autre niveau de la plus grande perfection et susceptible de se mouvoir horizontalement sur un axe perpendiculaire.

» Je n'aborde pas encore la cause de ces mouvements; en attendant, il

serait intéressant de savoir s'ils présentent plus d'amplitude à l'équateur et

Fig. 4.

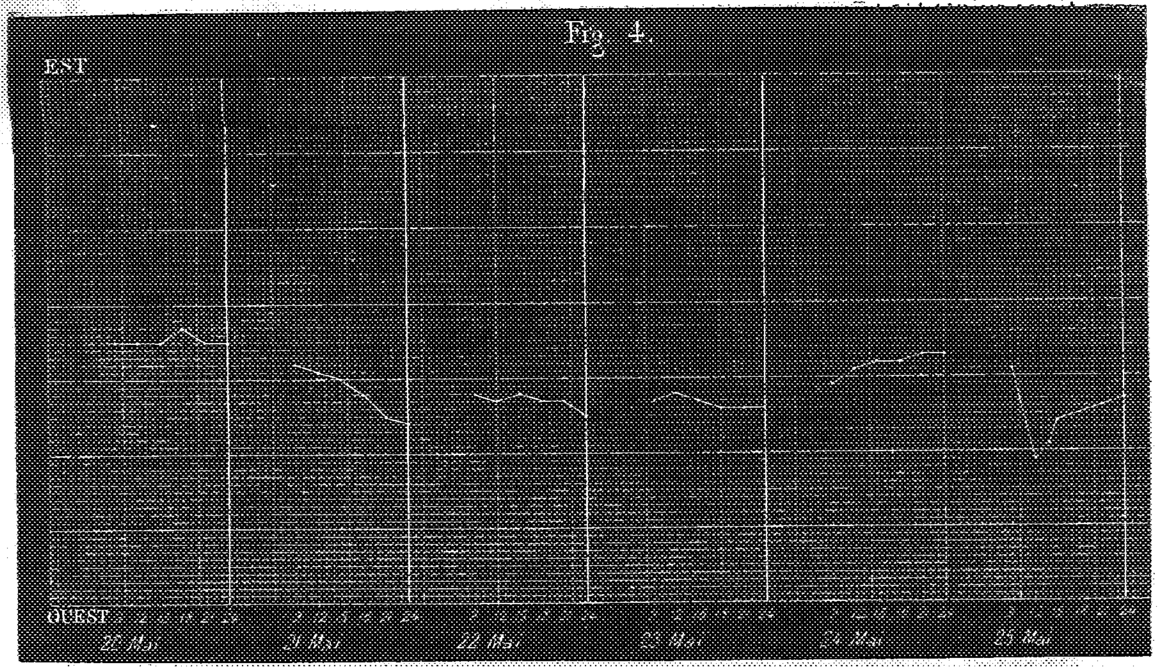
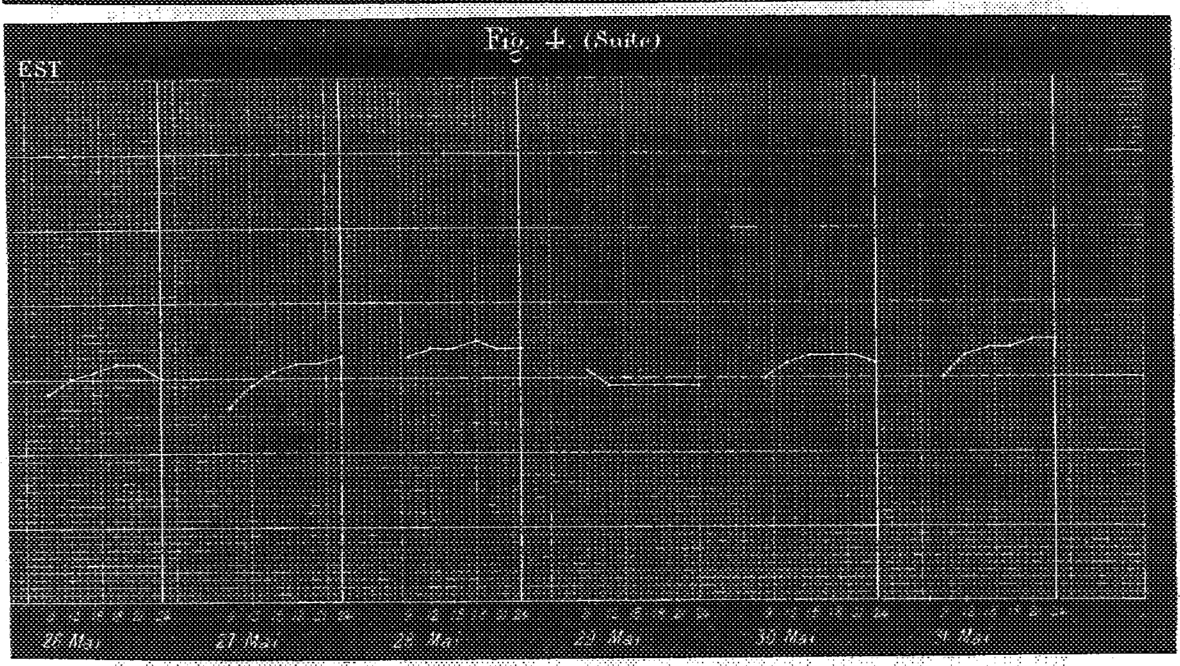


Fig. 4. (Suite)



moins dans les contrées plus voisines du pôle que Genève. »

M. d'Abbadie fait, à propos de la Note de M. *Plantamour*, les observations suivantes :

« La Communication de M. Plantamour m'autorise à redire à l'Académie qu'étant allé, en 1837, à Olinda (Brésil) par 8° 1' de latitude australe, j'y observai des niveaux fixes placés sur un large et vieux mur dans l'intérieur du couvent où j'avais établi divers appareils magnétiques. Les bulles de ces niveaux restèrent rarement immobiles d'un jour à l'autre ; il y avait aussi un mouvement progressif dans le même sens qui se compensa dans le premier vertical en changeant de signe pendant mes deux mois de séjour, mais qui continuait encore dans le méridien quand je dus quitter Olinda. J'ai repris ces observations vers 1842 à Gondar, en Éthiopie, par 12° 36', et plus tard à Saqa, par 8° 12' de latitude nord. Partout les bulles des niveaux accusaient de petites variations dans le lieu de la verticale.

» En 1849, dès mon retour en Europe, je cherchai à me procurer de bons niveaux et je m'adressai à divers artistes, à Munich, à Berlin et en Angleterre. Je n'ai été satisfait que des niveaux construits par M. Repsold, à Hambourg. C'est plus tard seulement que M. Dutrou est parvenu à en faire de bons à Paris. Je fis un grand nombre d'observations de mes niveaux, qui étaient placés sur le rocher, dans la cave d'un vieux château, et sous des toits de verre. J'avais deux niveaux dans le méridien et deux dans le premier vertical. Comme M. Plantamour, j'ai constaté qu'ils ne marchaient pas toujours d'accord, et, comme notre artiste M. Brunner, j'ai vu qu'avec le temps la valeur d'une division du niveau pouvait changer lentement. En mai 1852, j'ai rendu à cette Académie un compte sommaire de mes résultats. Je pensai ensuite qu'on opposerait à la précision de ce genre d'observation des variations possibles dans les supports, soit par l'humidité, l'oxydation ou d'autres causes ; l'action de la capillarité devait ôter d'ailleurs à la position de la bulle d'un niveau fixe cette mobilité de la verticale que je voulais mettre en évidence. Pour échapper à ces objections, je fis construire, en 1863, à Abbadia, près Hendaye, un cône tronqué de béton, à axe creux, haut de 10 mètres et reposant sur le rocher. Après avoir bâti une salle autour de ce cône, j'attendis cinq années, afin d'éliminer ces mouvements intestins qu'on est tenté d'attribuer à une maçonnerie qui se consolide. Je fis ensuite mes observations de la manière suivante : au sommet du cône une plaque scellée porte une croisée de fils éclairés par un miroir qui leur déverse la lumière d'une lampe. Au fond du cône, à 10 mètres en contre-bas de la croisée de fils, est une lentille ayant un

foyer de 10 mètres et dont la monture lourde et immobile est placée au-dessus d'un bassin de mercure. Cette lentille fait ainsi voir l'image de la croisée de fils dans le voisinage des fils réels. On les observe au moyen d'un microscope fixe, surmonté d'un micromètre qui est pourvu d'un cercle de position et dont le fil mobile sert à mesurer la distance angulaire entre les fils et leurs images, soit dans le méridien, soit dans tout autre azimut. Je ne m'étendrai pas au sujet des 2000 observations que j'ai recueillies dans une année, parce que j'en ai publié un résumé dans la première réunion de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, en 1872, à Bordeaux. Comme le rivage de l'Océan est à 400 mètres de mon observatoire, j'espérais constater aussi l'attraction produite par la haute mer sur le mercure de mon horizon artificiel. La comparaison de 359 hautes et basses mers consécutives ne m'en fournit que 243 favorables à l'attraction exercée par les eaux du flot. Sur les 116 autres il s'en est présenté 57 où les eaux du jusant sembleraient attirer le pied du fil à plomb. Il m'a donc paru évident que, dans plusieurs cas, la fluctuation de la verticale tient à d'autres causes qu'à l'action de la marée.

» Comme la distance du mercure à mes fils croisés est grande, et que la réflexion double l'angle à observer entre eux et leurs images, il a été possible de lire aisément de petites variations. Une division de mon micromètre est égale à la septième décimale du quadrant ou 0″,03. Le niveau à bulle d'air ne saurait mettre en évidence un angle aussi petit.

» Ma défiance à l'égard des niveaux ne m'aurait guère permis de citer mes premières observations faites à Olinda si M. Bouquet de la Grye ne les avait confirmées dans le même hémisphère à l'île de Campbell, par 52° 34′ de latitude australe. Ce savant, qui ignorait mes expériences, se servit d'un lourd pendule qui commandait un levier vertical servant à multiplier l'angle de déviation. Il a mis ainsi hors de tout doute l'existence de la fluctuation en ce lieu si lointain; on peut donc la supposer générale sur tout le globe.

» Dans l'île Campbell, la chute des grandes lames du sud se faisait sentir à deux milles de la grève, par une déviation de 1″,1 dans la position de la verticale. Celle-ci a varié une fois de 3″,2 en trois heures et quart. A Abbadia, j'ai constaté aussi le tremblement imprimé au sol par les grosses vagues, mais à une distance de 400 mètres seulement. Ma plus grande déviation fut de 7″,4 ou 2″,4 en six heures.

» L'étude de la fluctuation mérite de fixer au plus haut point l'attention des géodésiens et des astronomes. Sans le dire explicitement, on suppose la

verticale immobile et l'on part de là pour déterminer les latitudes ainsi que les déclinaisons d'étoiles. Dans les résultats des observations, on masque beaucoup d'écarts par un emploi trop fréquent de moyennes. Quand on obtient un résultat notablement discordant, on l'attribue, soit à des erreurs instrumentales, soit à des fautes d'observation. Les savants n'ont pas suffisamment précisé les limites de ces deux causes d'erreur, auxquelles il semble difficile d'attribuer toutes les divergences notables. Ainsi M. Yvon Villarceau, qui ne le cède à personne pour ses soins minutieux dans l'observation et le calcul, a pourtant trouvé un écart de 6",9 dans sa latitude de Strasbourg; et dans le même lieu, plusieurs années après, M. Elkin a eu une divergence de 8 secondes. Notre illustre Associé, sir George Airy, a trouvé en 1875 un écart de 7",1 en trois mois, par γ du Dragon qu'il observe près du zénith, dans la lunette si délicate qu'il a inventée.

» Les déviations que j'ai constatées dans mon cône de béton n'ont pas dépassé 3",9 ou 4",5. M. Plantamour a trouvé l'énorme fluctuation de 17 secondes. Cela tiendrait-il à ce qu'il observe près des Alpes, dont la formation plus récente permet de supposer l'immobilité moins bien assise? Quoi qu'il en soit, ce savant physicien a réalisé le premier un conseil que j'ai souvent donné en France, celui d'observer simultanément en deux ou plusieurs lieux voisins, et il a montré que la fluctuation est la même sur une étendue de 3 kilomètres. Les observations de pendules libres faites sur divers points de l'Italie n'avaient pas encore établi d'une manière aussi nette que les déviations de la verticale peuvent être les mêmes sur une grande étendue de terrain.

» Terminons en exprimant le vœu que la position instantanée de la verticale soit étudiée et constatée d'une manière continue, non-seulement dans les observatoires astronomiques, mais encore dans ceux de la Météorologie. »

M. de Lesseps dépose sur le bureau une pierre extraite dans le seuil de Chalouf, à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur cette pierre, que l'on croit appartenir à l'époque tertiaire, se trouve incrustée une grande dent de requin appartenant à une espèce disparue. Elle est trois fois plus grande que les dents des requins pêchés actuellement dans la mer Rouge, et dont M. de Lesseps présente des exemplaires.

Il présente en outre d'autres fragments de terrain tertiaire, et une coquille recueillie dans la roche, au 146e kilomètre du canal, dans la région de l'ancien bassin de la mer Rouge, près de Suez.

M. **Larrey**, en annonçant à l'Académie le décès de M. *Ehrman*, s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur et le regret d'annoncer à l'Académie que M. Charles-Henri Ehrmann, son Correspondant à Strasbourg, Section de Médecine et de Chirurgie, depuis 1863, vient de mourir dans cette ville, le 19 juin courant, dans sa quatre-vingt-sixième année.

» M. Ehrmann, professeur et doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Strasbourg, y avait autrefois dignement marqué sa place par divers travaux scientifiques. »

MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Résultats obtenus par l'application du sulfocarbonate de potassium au traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **de la Vergne**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le 27 mars 1876, j'eus l'honneur de rendre compte à l'Académie des résultats d'une expérience entreprise, en juin 1875, dans une vigne phylloxérée du Médoc, sur ma demande à M. le Ministre de l'Agriculture, par les soins de M. Mouillefert, avec la direction de M. Dumas et sous les yeux du Préfet et des principales notabilités agricoles de la Gironde. Après avoir rapporté des faits démontrant que le sulfocarbonate de potassium exerce une action favorable sur la vigne et une action mortelle sur le Phylloxera, je faisais connaître mon intention de poursuivre ces études. Au mois de décembre de la même année, j'exposai à l'Académie les bons effets que j'avais obtenus de deux applications de sulfocarbonate de potassium, faites en juillet et août, à quinze jours d'intervalle, à la dose de 50 grammes dans 10 ou 12 litres d'eau par mètre carré, le sol préalablement mouillé au moyen d'une pompe, comme il l'est par des pluies.

» Ce traitement avait démontré qu'il est possible : 1° de rendre partout le sulfocarbonatage des vignes très-praticable et presque suffisamment économique, en utilisant l'eau que la pluie fournit au sol; 2° d'augmenter son efficacité par deux opérations convenablement rapprochées, en prévenant ainsi les conséquences résultant de la résistance des œufs aux insecticides et en troublant les foyers d'émigration.

» Je viens aujourd'hui rendre compte des résultats considérables que j'ai obtenus d'une étude assidue et du traitement rationnel auxquels j'ai soumis une tache phylloxérique depuis le mois de septembre 1876. Ils me paraissent donner la solution de deux problèmes importants et fournir une règle pour la défense des vignes.

» Le 25 septembre 1876, je découvris une tache phylloxérique dans mon vignoble de Morange. M. E. Blanchard, Membre de cette Académie, assistait à cette découverte. Cette tache fut explorée immédiatement avec un soin extrême. Elle fut soumise à l'examen d'une Commission composée des maires et des principaux propriétaires des communes de Ludon et Macau. Elle a été vue par une Commission de la Société d'Agriculture de la Gironde et par une Commission de la Ligue médocaine contre le Phylloxera. Elle présentait, en septembre 1876, des ceps malades ou atteints à divers degrés.

» L'un d'entre eux, le premier envahi, n'avait poussé, en 1876, que quelques brindilles, dont la plus développée avait 12 centimètres de longueur et 27 millimètres de circonférence à la base. Toutes ses racines étaient mortes; quelques radicelles encore vivantes, qui partaient du collet, avaient seules des Phylloxeras. Il n'avait plus de vie que dans son axe principal jusqu'à quelques centimètres dans l'intérieur du sol.

» Les ceps qui le suivaient immédiatement, au nombre de huit, avaient des sarments bien développés, mais leurs feuilles étaient jaunissantes, alors que celles de tous les autres ceps dans la même parcelle étaient très-vertes. Plusieurs de leurs racines étaient mortes, d'autres, en plus grand nombre, étaient mourantes ou gravement malades. Celles qui paraissaient encore saines étaient littéralement couvertes de Phylloxeras.

» A la suite de ces derniers, sur vingt des ceps qui en étaient le plus rapprochés, une exploration soigneusement faite amena la découverte de Phylloxeras immigrants, dont quelques-uns étaient déjà parvenus jusqu'aux racines supérieures, tandis que les autres stationnaient, soit sur le collet de la plante, soit dans les creux des mottes de terre de la couche superficielle du sol.

» Toutes ces observations faisaient prévoir que, si ce foyer était abandonné à lui-même, on verrait, en 1877 ou en 1878, le premier cep atteint complétement mort, les huit ceps à la suite vivant à peine, et les vingt derniers envahis manifestement malades.

» La vigne à laquelle appartient cette tache fut plantée en mars 1874,

sur une étendue de 3 hectares. Elle est parvenue aujourd'hui à sa cinquième année. Les plants étaient des boutures sans vieux bois qui provenaient d'une parcelle du vignoble de Cantemerle, où tous les ceps paraissent encore aujourd'hui indemnes. Cette plantation n'a donc point importé le Phylloxera à Morange. Les recherches les plus actives et les plus minutieuses, en 1876, 1877 et 1878, n'ont pu faire découvrir, ni sur les ceps atteints ni sur les autres du même vignoble, aucune feuille portant des galles.

» Le Phylloxera gallicole est certainement étranger soit à l'établissement, soit aux agrandissements successifs des taches dont il s'agit. Mais la très-grande proximité de cette tache d'un centre phylloxéré reconnu sur un vignoble voisin et ce qui vient d'être dit du mode d'invasion observé en 1876 sur vingt ceps de la tache elle-même suffisent à inspirer la conviction que c'est bien le Phylloxera radicicole qui établit directement et agrandit successivement ses colonies sans passer nécessairement par la phase gallicole.

» Quoi qu'il en soit, dès la découverte du Phylloxera dans mon vignoble, je me disposai à le combattre. Je mis à profit les premières pluies de la fin de l'automne et je fis, par arrosage, deux applications, à vingt jours d'intervalle, de sulfocarbonate de potassium, à la dose de 60 grammes dans 10 litres d'eau par mètre carré. Je renouvelai cette opération à la fin du mois de juillet suivant, en profitant d'une pluie. Jusque-là on n'avait plus trouvé de Phylloxeras ni sur les racines, ni sur la tige des ceps, ni sur le sol de la tache. Bien que le foyer reconnu n'occupât qu'environ 1 are de terrain, le sulfocarbonate y fut appliqué sur une étendue de 4 ares. Le traitement de cette première année eut pour effet une amélioration manifeste.

» Le cep, d'abord mourant, produisit plusieurs sarments, dont le plus développé avait atteint une longueur de 35 centimètres, à la pousse du printemps, et de 90 centimètres, à celle de l'automne.

» Les deux opérations de cette année ont été faites dans les mêmes conditions que celles des années précédentes. Aujourd'hui le cep qui était d'abord le plus malade est en pleine végétation et présente déjà de beaux sarments, dont le plus long a $1^{m},60$. Cinq des huit ceps moins malades que le précédent sont magnifiques, et les vingt ceps atteints par le Phylloxera pour la première fois en 1876 n'ont jamais montré des signes de maladie.

» Quiconque n'a pas vu cette tache à l'origine ne pourrait certainement aujourd'hui en découvrir la place.

» Voulant faire une expérience pure au double point de vue de l'efficacité et de l'emploi pratique du sulfocarbonate de potassium, je me suis dispensé scrupuleusement de seconder son action, soit par des engrais, soit par une submersion plus ou moins prolongée, soit par toute culture particulière.

» Par mesure d'économie, le sulfure de carbone pur aura peut-être une application plus générale; mais le sulfocarbonate de potassium est désormais indispensable pour le traitement des très-jeunes plants dont le système radiculaire n'a pas acquis une expansion considérable et de toutes les vignes qui sont cultivées dans une couche de terre végétale très-mince, comme celle qui repose sur les roches granitiques, calcaires ou schisteuses, sur l'alios et sur les tufs infertiles plus ou moins impénétrables. Le sulfure de carbone pur est moins puissant que le sulfocarbonate contre les Phylloxeras qui vivent et se reproduisent au bas de la tige des ceps et contre ceux qui stationnent dans la couche ameublie du sol.

» Si l'Académie veut bien m'y autoriser, je ferai de mes observations sur le sulfure de carbone pur le sujet d'une Communication prochaine.

» Je soumets, dès à présent, à son examen un instrument de mon invention qui permet d'injecter ce sulfure dans le sol avec une entière sécurité pour l'ouvrier, un dosage exact, un contrôle facile. Le maniement de cet instrument n'exige aucun effort d'attention ni d'intelligence; n'ayant ni ressorts, ni soupapes, ni doubles robinets, il exige rarement, pour être maintenu en bon état, l'intervention d'un mécanicien. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Krishaber adresse, pour le concours de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire manuscrit intitulé : « De la laryngotomie intercricothyroïdienne. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. Welthy et Allen adressent la composition d'un remède qu'ils proposent pour le traitement du choléra.

(Renvoi au concours Bréant.)

M. O. Wolffenstein adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

M. L. Leroy adresse un Mémoire sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre adresse à l'Académie un exemplaire du tome V (2e série) du « Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires.»

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Capellini*, intitulée : Il calcare di Leitha il sarmatiano e gli strati a congerie nei monti di Livorno, di Castellina marittima, di Miemo e di monte Catini » ;

2° Le premier volume de la 2e édition d'un ouvrage de M. *H. Heine*, intitulé : « Handbuch der Kugelfunctionen, Theorie und Anwundungen ».

3° Une brochure de MM. *Feltz* et *Ritter*, intitulée : « Étude expérimentale de l'action de la fuchsine sur l'organisme. » (Cette brochure est renvoyée à l'examen de la Commission des Arts insalubres.)

M. Chasles fait savoir que l'Académie pontificale des *Nuovi Lincei* se propose d'élever dans la Ville de Rome un *monument météorologique* en souvenir de l'illustre P. A. Secchi, et qu'une circulaire lui a été adressée avec invitation d'en présenter un exemplaire à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la Comète II*, 1873. Note de M. SCHULHOF, présentée par M. Yvon Villarceau. (Suite.)

	12^h temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
		h m s	° ′	
1878. Juillet....	1	15 28 31	+ 1 1	1,058
	3	28 32	+ 0 22	
	5	28 45	− 0 19	1,088
	7	29 11	− 1 2	
	9	29 48	− 1 46	1,113
	11	30 37	− 2 31	
	13	31 39	− 3 18	1,134
	15	32 54	− 4 6	
	17	34 22	− 4 55	1,151
	19	36 3	− 5 45	
	21	37 57	− 6 36	1,163
	23	40 3	− 7 28	
	25	42 22	− 8 21	1,170
	27	44 53	− 9 14	
	29	47 37	−10 8	1,173
	31	50 34	−11 2	
Août.....	2	53 45	−11 57	1,171
	4	15 57 9	−12 51	
	6	16 0 45	−13 46	1,164
	8	4 34	−14 41	
	10	8 35	−15 36	1,152
	12	12 49	−16 31	
	14	17 16	−17 25	1,136
	16	21 55	−18 18	
	18	26 47	−19 11	1,115
	20	31 51	−20 3	
	22	37 6	−20 55	1,089
	24	42 33	−21 46	
	26	48 13	−22 35	1,059
	28	16 54 4	−23 23	
	30	17 0 7	−24 10	1,024
Septembre.	1	6 21	−24 55	
	3	12 46	−25 39	0,986
	5	19 20	−26 21	
	7	26 5	−27 2	0,945
	9	33 0	−27 40	

12h temps moyen de Paris.		Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
Septembre.	11	40h 4m	−28° 16′	0,901
	13	47 16	−28 50	
	15	54 36	−29 23	0,855
	17	18 2 3	−29 53	
	19	9 37	−30 20	0,807
	21	17 17	−30 45	
	23	25 2	−31 8	0,758
	25	32 52	−31 28	
	27	40 46	−31 46	0,710
	29	48 43	−32 1	
Octobre . . .	1	56 43	−32 13	0,661

MÉCANIQUE. — *Étude sur le rapprochement de deux arcs de courbes voisins considérés dans une étendue finie. Application au cas d'un cercle et d'un arc de courbe ayant deux sommets voisins.* Mémoire de M. **H. Léauté**, présenté par M. Rolland. (Extrait par l'auteur.)

« Je considère un arc de courbe fini compris entre deux limites α et β de la variable x et un second arc de courbe voisin du premier dans l'étendue considérée. Soit y la distance des deux courbes; y s'annulera, en général, un certain nombre de fois entre les deux valeurs extrêmes de x, α et β. Si donc on désigne par P le polynôme dont le terme de degré le plus élevé a pour coefficient l'unité et qui a pour racines toutes les valeurs de x intermédiaires à α et β qui annulent y, on pourra poser

$$y = PQ,$$

Q étant un polynôme qui ne se réduit plus à zéro dans l'intervalle considéré.

» Cela posé, j'appelle *ordre de rapprochement* le degré du polynôme P diminué d'une unité.

» Cette définition est légitime, puisque, si l'arc se réduit à un point, elle conduit à la définition ordinaire de l'*ordre du contact* des courbes.

» Si l'on considère alors de petits arcs, le théorème suivant peut être énoncé :

» *Sans trouver la courbe d'espèce donnée qui s'écarte le moins d'un arc de*

courbe dans une étendue donnée, il faut exprimer que l'ordre du rapprochement est le plus élevé possible et que, en prenant pour origine le milieu de l'arc, la distance des deux courbes est proportionnelle au polynôme de Tchebychef [1], *de degré égal à cet ordre de rapprochement augmenté d'une unité.*

» Ce théorème étant établi, je l'applique au cas d'un cercle et d'une courbe et je suis amené ainsi à chercher la relation qui existe entre le nombre de sommets d'un arc de courbe et le degré de rapprochement qu'il peut présenter avec un cercle.

» J'étudie, en particulier, le cas où l'arc de courbe présente deux sommets dans les limites considérées, ce cas étant celui qui se présente dans les systèmes articulés, dans le régulateur parabolique, etc.

» Les principaux résultats obtenus dans ce Mémoire sont les suivants :

» 1° Pour qu'on puisse obtenir un cercle ayant avec un arc de courbe un rapprochement du $n^{\text{ième}}$ ordre, il faut que l'arc considéré présente $n-2$ sommets dans les limites choisies.

» 2° Cette condition n'est que nécessaire, mais elle devient suffisante si l'équation qui donne les sommets est la dérivée troisième d'une équation dont toutes les racines sont réelles et comprises dans les limites de l'arc. Il existe alors une infinité de cercles ayant avec la courbe un rapprochement du $n^{\text{ième}}$ ordre.

» 3° Parmi tous ces cercles, il en est un qui épouse le mieux la courbe : c'est le cercle d'écarts minimum. Mais ces écarts minimum dépendent de la position des $n-2$ sommets, et il existe une position de ces sommets pour laquelle on obtient le maximum maximorum de précision.

» 4° Cette position relative des sommets sur l'arc de courbe est fournie par cette condition que la distance du cercle soit exprimable par le polynôme de Tchebychef du $n+1^{\text{ième}}$ degré.

» 5° En particulier, dans le cas où l'on veut obtenir un rapprochement du quatrième ordre, il faut que l'arc ait deux sommets dans les limites données ; il y a alors pour chaque position des deux sommets un cercle de

---

[1] J'appelle *polynôme de Tchebychef*, de degré n, le polynôme obtenu par ce géomètre

$$\frac{(x+\sqrt{x^2-h^2})^n+(x-\sqrt{x^2-h^2})^n}{2^n},$$

qui s'écarte le moins possible de zéro quand x varie de $-h$ à $+h$ (voir BERTRAND, *Calcul différentiel*, p. 519).

plus grand rapprochement du quatrième ordre; mais, pour obtenir parmi tous ces cercles de plus grand rapprochement celui qui épouse le mieux la courbe, il faut que les deux sommets soient aux $\frac{35}{100}$ de la demi-longueur de l'arc, comptés à partir du milieu et de part et d'autre de ce milieu.

» 6° Lorsque cette condition est réalisée, le cercle à prendre passe par le milieu de l'arc considéré et son centre s'obtient en menant la médiane du triangle formé par les centres de courbure au milieu de l'arc et aux sommets, cette médiane étant issue du centre de courbure au milieu de l'arc et prolongée en sens inverse de sa direction des $\frac{4}{3}$ de sa longueur.

» 7° Le centre de ce cercle peut encore s'obtenir en prenant le point de rencontre des deux normales à l'arc, menées aux $\frac{3}{10}$ et aux $\frac{8}{10}$ de la demi-longueur, comptés à partir du milieu et d'un même côté.»

MÉCANIQUE. — *Sur la direction des cassures dans un milieu isotrope.* Note de M. **Potier**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que, lorsqu'un corps solide est soumis à l'action de forces extérieures, les forces élastiques auxquelles celles-ci donnent naissance dans l'intérieur du corps sont distribuées de telle sorte, qu'en un point quelconque il existe trois éléments plans, formant un trièdre trirectangle et qui ne sont soumis qu'à des forces qui leur sont normales; la connaissance de la direction de ces trois éléments et des forces qui agissent sur eux permet de calculer la force agissant sur un élément quelconque.

» Si ces forces sont des tensions, il est évident que le corps, s'il est isotrope, tendra à se rompre suivant des surfaces normales en tous leurs points à l'axe de tension maximum, qui est nécessairement perpendiculaire à l'un des trois éléments plans ci-dessus définis, et l'on obtiendra une rupture par arrachement, comme cela a lieu dans la flexion d'une barre ou l'allongement d'un fil.

» Mais la rupture peut encore avoir lieu par glissement, et ce sera notamment le cas si les forces élastiques sont des pressions et non des tensions; si l'on cherche quelles directions doit avoir un élément plan pour que la composante tangentielle de la force élastique appliquée à cet élément soit la plus grande possible, on trouve que, N_1, N_2, N_3 étant les forces élastiques principales, rangées par ordre de grandeur, l'élément plan cherché bissecte l'angle dièdre droit formé par les deux éléments

principaux correspondant aux forces élastiques N_1 et N_3 et qu'il y a par suite deux solutions, ou deux directions à angle droit, suivant lesquelles la tendance au glissement est maximum.

» Le calcul par lequel on se propose de rechercher le maximum de l'expression

$$\alpha^2 N_1^2 + \beta^2 N_2^2 + \gamma^2 N_3^2 - (\alpha^2 N_1 + \beta^2 N_2 + \gamma^2 N_3)^2$$

ou

$$(N_1 - N_2)^2 \alpha^2 \beta^2 + (N_1 - N_3)^2 \alpha^2 \gamma^2 + (N_2 - N_3)^2 \beta^2 \gamma^2$$

du carré de la composante tangentielle de la force élastique, agissant sur un élément plan formant avec les éléments principaux des angles dont les cosinus sont α, β, γ, est susceptible d'une grande simplification si l'on remarque que la symétrie indique *a priori* qu'une de ces trois quantités α, β, γ doit être nulle.

» La force qui tend à produire le glissement suivant les deux éléments plans ainsi déterminés a pour valeur

$$\tfrac{1}{2}(N_1 - N_3),$$

et la direction des plans de glissement n'est indéterminée que si deux des forces principales deviennent égales.

» Toutefois il faut remarquer que, lors de l'écrasement du corps, les glissements ne suivront les directions ainsi calculées que si le corps est isotrope, au point de vue élastique, et ne présente pas de plans de clivage. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépolarisation des électrodes par les dissolutions.* Note de M. **Lippmann**, présentée par M. Jamin.

« On connaît depuis longtemps la propriété dépolarisante de certains sels : la première pile à courant constant, construite en 1829 par M. Becquerel, repose sur l'emploi du sulfate de cuivre; les sulfates de zinc et de cadmium ont été utilisés par MM. du Bois-Reymond et J. Regnault pour la construction d'électrodes impolarisables et d'éléments constants. Malgré l'importance de ses applications, cette propriété ne paraît guère avoir été étudiée. Les expériences que je vais décrire ont mis en évidence une condition essentielle du phénomène.

» Cette condition est la suivante : pour que l'électrode soit dépolarisée, il faut qu'elle soit formée du métal qui est contenu dans la dissolution. Ainsi le cuivre est le seul métal qui se dépolarise dans le sulfate de cuivre, tandis que l'or, l'argent, le platine se polarisent dans cette dissolution. Inversement le cuivre se polarise dans le sulfate de zinc, de cobalt, etc. Un sel ne dépolarise que son propre métal. Pour faire l'expérience, en opérant par exemple sur le sulfate de cuivre et le platine, on plonge deux lames de platine dans ce liquide, et on les met en communication avec les pôles d'un électromètre capillaire : la colonne de mercure est alors au zéro ; puis on fait passer dans le liquide un courant faible, de manière à employer l'une des lames de platine comme électrode négative ou de sortie. L'électromètre est dévié, et il reste dévié même après la rupture du courant, montrant ainsi que la polarisation s'est produite dans le sulfate de cuivre comme elle eût pu le faire dans de l'eau pure ou acidulée. Pour la même raison, un couple formé de lames de cuivre et de platine plongeant dans du sulfate de cuivre ne fournit qu'un courant de courte durée, le platine prenant, grâce à la polarisation, une force électromotrice égale et contraire à celle du cuivre. On peut même aller plus loin et communiquer au platine, au moyen d'une pile extérieure, une force électromotrice supérieure (de $\frac{1}{25}$ Daniell) à celle du cuivre, de telle sorte qu'alors le platine se comporte comme un métal plus négatif, plus oxydable que le cuivre.

» Des expériences analogues ont été faites avec des lames et des dissolutions d'argent, de mercure, de plomb, de cobalt et de zinc.

» Une application se présente d'elle-même : puisque la propriété de dépolariser un métal appartient exclusivement à ses sels, elle permet de déceler la présence de ce métal dans une dissolution. Prenons comme exemple le cuivre : plongeons dans le liquide à essayer un fil de ce métal, que nous prenons comme électrode négative d'un courant faible. Il se polarisera s'il n'y a pas de cuivre dissous ; il ne se polarisera pas si la dissolution contient $\frac{1}{5000}$ de sulfate de cuivre. On peut donc ainsi déceler la présence du cuivre dans un mélange de sels métalliques. Avec un fil d'argent on peut de même rechercher l'argent. La sensibilité de ce procédé électrique paraît être encore plus grande pour l'argent que pour le cuivre, mais elle n'a pas encore été mesurée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle constante diélectrique*. Note de M. NEYRENEUF.

« En continuant, par la méthode décrite dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 547), la comparaison des différentes substances isolantes, employées comme lames diélectriques d'un condensateur, j'ai vérifié, pour des verres de même nature, que le rapport $\frac{e}{n}$ de l'épaisseur au nombre d'étincelles correspondant à une quantité donnée d'électricité était constant. J'ai déterminé, en outre, la valeur de ce rapport pour les différentes variétés de verres du commerce.

» Pour des substances beaucoup plus isolantes, ébonite, caoutchouc et paraffine, le rapport $\frac{e}{n}$, que l'on peut appeler *constante condensante*, va en augmentant d'une manière marquée avec l'épaisseur, sans doute à cause de la déperdition par l'air. Il faudra, par suite, ne comparer que les résultats obtenus avec des lames d'épaisseurs peu différentes.

J'ai pu mesurer, par le même procédé, la constante condensante de l'air. Je l'ai trouvée plus forte que pour les substances précédentes. Ce résultat peut s'expliquer par la déperdition qui accompagne le transport des molécules du plateau positif au plateau négatif ([1]); mais il n'en doit pas moins être conservé, car cette déperdition est tout à fait comparable à celle qui a pour cause, dans le cas du verre, une certaine conductibilité.

» Le tableau suivant résume les déterminations qui m'inspirent le plus de confiance. J'ai ramené à l'air, comme terme de comparaison, la valeur des constantes :

Nature du diélectrique.	Constante condensante.
Air	1
Lame étalon	2,2
Verre glace ([2])	2,53
» violet	2,4
» rouge	1,8
» vert	2,08
» bleu	2
» blanc	1,9
Ébonite	0,83
Caoutchouc vulcanisé	0,95
Paraffine	0,78

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. II.

([2]) La constante 2,53 a été trouvée la même pour cinq lames de glace dont l'épaisseur variait de $2^{mm},6$ à $6^{mm},4$.

» L'air et les trois dernières substances avaient une épaisseur voisine de 5 millimètres.

» Suivant que la constante condensante est plus grande ou plus petite que l'unité, l'électrisation des lames présente une différence à signaler. Nous trouvons dans le premier cas la pénétration ordinaire des fluides sur chaque face; dans le deuxième, la pénétration est nulle, et la lame, comme dans l'expérience bien connue qui divisa Riess et Faraday, garde une électrisation unique de même signe que l'induite. Cette particularité ne se produit pas si l'on retire la lame avant qu'aucune étincelle n'ait jailli : elle se rattache donc directement à une particularité de la décharge. Sans doute que celle-ci, amenant dans le plateau inducteur de l'électricité de nom contraire à celle qui s'y trouve (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V), entraîne la neutralisation de la couche superficielle du diélectrique solide, de préférence à celle plus épaisse de l'air.

» Je n'ai pas encore pu comparer avec assez d'exactitude l'énergie des étincelles pour la représenter numériquement. On doit admettre cependant, pour les résultats consignés plus haut, que plus les étincelles sont rares, plus elles sont fortes.

» On voit qu'il n'y a aucune analogie entre la constante condensante et la constante diélectrique ordinaire : M. Boltzmann donne pour la paraffine comparée à l'air 2,32 et nous avons trouvé 0,78.

» Cette dernière substance est si facile à électriser par le plus léger frottement et conserve si bien son électricité par les temps les plus humides, que nous ne craignons point d'en conseiller l'emploi au lieu du verre et de la résine. La main, le papier, un morceau de vessie électrisent la paraffine négativement; le caoutchouc vulcanisé l'électrise positivement: à cause du peu de dureté de la substance, il faut avoir le soin de renouveler le frotteur assez fréquemment. »

MAGNÉTISME. — *Sur une expérience de magnétisme relative au téléphone.* Note de M. J. Luvini, présentée par M. du Moncel. (Extrait.)

« Il semble établi, d'après les expériences de plusieurs physiciens, tels que MM. Warwich, Rossetti, etc., que, pour que le téléphone de Bell reproduise des sons, la lame vibrante de fer doux n'est pas absolument nécessaire, et les effets produits se rattachent par conséquent à ceux observés par MM. Page, de la Rive, Matteucci, Wertheim, etc., qui ont même fait des théories sur l'origine de ces sons. M. Th. du Moncel, dans sa

Note du 4 mars dernier (*Comptes rendus*, p. 557) et dans sa réponse à M. Navez (*Les Mondes* du 30 mai, p. 178), se déclare du parti de M. de la Rive, en attribuant les sons du téléphone sans lame aux contractions et aux dilatations des molécules magnétiques sous l'influence d'aimantations et de désaimantations successives. Bien qu'il y ait une grande différence dans l'intensité des effets produits dans un téléphone Bell et les tiges électro-magnétiques résonnantes expérimentées par les savants dont nous avons parlé, je crois qu'ils sont du même genre et que l'explication doit en être la même.

» Sans entrer dans la question de savoir si les vibrations ainsi *déterminées* sont longitudinales ou transversales, question qui a été controversée entre MM. de la Rive, Matteucci, Wertheim, on peut croire que ceux qui s'en sont occupés sont d'accord pour les attribuer à des mouvements mécaniques ou moléculaires du corps magnétique. Or, pour fixer mes idées à cet égard, j'ai entrepris les expériences suivantes :

» 1° Dans un électro-aimant creux en fer à cheval, dont la capacité n'était que de quelques centimètres cubes, j'ai versé une assez grande quantité d'eau pour que, les deux extrémités de cet électro-aimant étant bouchées, le liquide pût apparaître dans un tube capillaire adapté à l'un des bouchons. De cette manière les plus petites variations dans la capacité de la partie creuse de l'électro-aimant étaient accusées par une ascension ou une descente de la colonne liquide. Or, en faisant traverser l'électro-aimant par un courant électrique interrompu de différente intensité, depuis la plus faible jusqu'à celle de 8 éléments Bunsen, je n'ai observé aucun changement dans le niveau de l'eau dans le tube, et par conséquent je pouvais conclure qu'il n'y avait aucun changement dans la capacité du réservoir électro-magnétique.

» 2° Attribuant le résultat négatif précédent à la petitesse de mon électro-aimant, j'en ai fait construire un de 70 centimètres de longueur, d'un diamètre extérieur de 60 millimètres et de 2 millimètres d'épaisseur. Sa capacité était de $1^{lit},6$, et les deux extrémités étaient fermées avec deux disques de fer doux qui y étaient vissés et dont l'un portait le tube capillaire. Cet appareil étant rempli d'eau, j'ai fait passer à travers son hélice magnétisante toutes sortes de courants, et je n'ai encore jamais constaté le moindre changement dans le niveau de l'eau dans le tube. Avec cette disposition, j'aurais pu cependant mesurer un changement de volume de $\frac{1}{30}$ de millimètre cube, variation qui, dans les conditions de mon appareil, aurait correspondu à celle que produirait dans le même noyau un changement de $\frac{1}{1700}$ de degré C. J'avais du reste constaté que les parois internes du noyau étaient magnétisées.

» Il me semble, d'après ces expériences, que les changements produits par l'action magnétisante dans une masse magnétique *sont tout à fait moléculaires*, et que M. du Moncel, en attribuant les sons produits dans les téléphones aux vibrations moléculaires dont parle M. de la Rive dans ses Mémoires de 1846, est complétement dans le vrai.

» Toutefois, dans un électro-aimant, il y a deux éléments dont il faut tenir compte : le barreau magnétique et le circuit électrique, et s'il est démontré qu'au passage du courant il se produit des changements dans le barreau, il n'est pas moins constaté que des variations correspondantes se manifestent dans le circuit; les sons produits par un fil de fer traversé par des courants le démontrent de la manière la plus évidente; or les deux effets doivent contribuer à la production des sons dans le cas qui nous occupe.

» Il est un axiome en Mécanique qui établit qu'il ne peut y avoir d'action sans réaction; par conséquent, les flexions des fils et des barreaux magnétiques dans une bobine fixe qui ne les touche pas doivent se changer en flexion de la bobine ou en mouvements d'une autre nature si on la suppose mobile et le barreau fixe. Tout le monde connaît les expériences de MM. Page et Bonelli sur ces effets; mais voici une expérience toute récente du professeur Rossetti (*Atti del Istituto veneto*, t. IV, série 5), relative à ces actions et qui est réellement curieuse :

» Dans une série de recherches qu'il avait entreprises sur les téléphones sans lame vibrante, ce savant avait employé sans le savoir un téléphone dont la bobine n'était pas bien fixée sur le noyau magnétique, et il remarqua à son grand étonnement que cette bobine oscillait le long du noyau magnétique au passage des courants discontinus, et qu'elle produisait des sons. Or ce mouvement était une réaction déterminée par l'effet magnétique produit. »

» Comme il est impossible de produire des sons dans des barreaux magnétiques sans qu'il se produise des courants, de même il doit être bien difficile, sinon impossible, d'obtenir des sons de la part d'un circuit sans le concours des effets magnétiques; en sorte que l'origine des sons dans un téléphone doit être nécessairement rapportée aux deux causes dont nous avons parlé, lesquelles se retrouvent encore dans le cas des sons engendrés dans un fil de fer doux parcouru par des courants discontinus.

» J'explique aussi par des considérations basées sur ce principe cette expérience curieuse que cite M. de la Rive dans son Mémoire de 1846, qu'un fil de fer parcouru par un courant continu ne donne plus de sons si l'on y fait passer un courant discontinu dans le même sens, mais que ces sons se produisent de nouveau si le courant discontinu passe en sens inverse.

» Je conclus donc que les sons des tiges électro-magnétiques résonnantes découverts par Page sont engendrés par la réaction des deux mouvements magnétique et de courant. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le téléphone.* Note de M. DES PORTES, présentée par M. du Moncel.

« Ayant établi, à bord du *Desaix*, un circuit d'environ 100 mètres de fil de sonnerie avec retour par la mer, nous avons mis à l'une des extrémités un téléphone Bell, et à l'autre un aimant de téléphone portant sa bobine et suspendu verticalement par un fil de soie, la bobine en haut.

» Dans les expériences suivantes, l'aimant a toujours rempli le rôle de transmetteur, et le téléphone celui de récepteur.

» *Première expérience.* — On frappe sur l'aimant transmetteur avec un morceau de bois. Les bruits sont parfaitement distincts au récepteur, et ils augmentent d'intensité à mesure qu'on frappe plus près de la bobine. Si l'on met en contact avec la partie supérieure de l'aimant transmetteur une plaque vibrante ordinaire en fer doux, les bruits entendus au récepteur sont plus forts, mais moins nets. Si, au lieu de bois, on prend un morceau de cuivre pour frapper l'aimant, les bruits perçus sont très-peu *différents.*

» Les effets obtenus dans ces deux cas ne sauraient être que la conséquence du mouvement vibratoire imprimé par le choc à l'aimant, *mouvement d'un certain ordre,* que les fils métalliques transmettent à toute distance, s'ils sont dans de bonnes conditions d'isolement.

» Nous croyons donc que c'est ici le cas de rappeler l'expérience communiquée à l'Académie en 1872 par M. le capitaine de vaisseau Trève :

« Si l'on fixe aux pôles du gros électro-aimant de Faraday deux fils conducteurs avec galvanomètre dans le circuit, et que l'on fasse passer un courant énergique dans les bobines de l'électro-aimant, le galvanomètre accuse immédiatement un fort courant dans le fil, dont les extrémités sont fixées à nu sur les pôles.

» M. Trève annonça que ce courant n'était pas un courant d'induction dans le sens absolu de ce mot, mais un courant de nature particulière, dû à la transformation temporaire du fer doux en aimant, courant représentant le travail mécanique qui s'effectue dans les molécules du fer doux.

» *Deuxième expérience.* — On frappe avec un barreau de fer doux. Les bruits entendus au récepteur sont beaucoup plus forts qu'avec le morceau de bois, et, en mettant une plaque vibrante au contact de la partie supérieure de l'aimant, on saisit, en même temps que le bruit du choc, une vibration de la plaque.

» *Troisième expérience.* — On frappe sur l'aimant avec un autre aimant. Les pôles de même nom frappés l'un contre l'autre produisent un bruit semblable à celui du fer doux ; mais, si ce sont deux pôles de noms contraires, on entend, après chaque coup, un second bruit produit par l'arrachement de l'aimant et qui paraît être un coup frappé beaucoup moins fort. Les bruits augmentent d'intensité, si l'on met une plaque vibrante au contact de l'aimant. La personne qui est au récepteur arrive très-rapidement à reconnaître, par le bruit perçu, avec quelle matière on a frappé sur l'aimant.

» *Quatrième expérience.* — Si l'on parle sur une plaque vibrante mise au contact de l'aimant transmetteur, on entend au téléphone récepteur des sons variés, assez semblables à ceux que produisent les vibrations d'une corde à violon. Le bruit que fait la plaque vibrante au moment où on la retire du contact de l'aimant est parfaitement entendu au récepteur.

» *Cinquième expérience.* — Enfin, quand on parle au téléphone récepteur, la personne qui a l'oreille appliquée sur la plaque vibrante du transmetteur, disposée comme ci-dessus, entend très-bien, mais ne distingue pas les paroles. »

M. **Th. du Moncel** fait, au sujet de la Communication précédente, les observations suivantes :

« J'ai répété les expériences de M. des Portes, afin de vérifier si les sons produits dans le téléphone récepteur n'étaient pas du fait d'une transmission mécanique, et, pour cela, je n'ai eu qu'à couper les communications de l'un des fils du circuit avec le téléphone transmetteur. Or j'ai constaté que, toutes les fois que le circuit était complet, on entendait les coups frappés avec un couteau d'ivoire sur la vis maintenant l'aimant du téléphone transmetteur. Les sons produits étaient très-faibles, il est vrai, quand la lame vibrante était enlevée, mais très-marqués avec cette lame ; au contraire, toutes les fois que le circuit était interrompu, aucun bruit n'était perçu. En frappant avec un barreau de fer, comme je l'avais du reste fait vers le mois de février dernier, pour savoir si le renforcement du magnétisme de l'aimant, par la réaction de ce fer, rendrait le téléphone plus sensible, les bruits transmis sont devenus très-forts. J'avais déjà remarqué cet effet à l'époque dont je viens de parler, mais je n'y avais pas prêté une grande attention, l'ayant attribué au renforcement du magnétisme du barreau ; j'avais même constaté que les frottements du barreau

de fer sur l'aimant s'entendaient parfaitement, et que la transmission de la parole était devenue, par ce moyen, un peu plus distincte et plus forte. Toutefois, je n'avais pas eu l'idée de faire l'expérience avec l'aimant dépouillé de son diaphragme et en employant, pour produire le choc, un corps non magnétique. Dans ces conditions, l'expérience est bien plus intéressante, bien qu'à vrai dire on puisse expliquer les effets produits avec les théories que nous possédons sur l'induction. En effet, les vibrations déterminées sur l'aimant par l'effet du choc ont pour résultat de déterminer des *déplacements ondulatoires des particules magnétiques* dans toute l'étendue du barreau, et de ces déplacements doivent résulter forcément dans l'hélice, d'après la loi de Lenz, des courants induits dont la force augmente nécessairement quand la puissance de l'aimant est surexcitée par la réaction de son diaphragme, qui joue le rôle d'armature, et par celle du corps percuteur, quand il est magnétique.

» Une remarque assez curieuse que j'ai faite, c'est que les sons produits quand l'aimant est dépourvu de la plaque vibrante sont plus forts quand les coups sont frappés sur la vis qui fixe l'aimant sur le téléphone que quand ils sont frappés sur le pôle même de l'aimant au-dessus de la bobine. Je suppose que cet effet provient de ce que, dans le premier cas, le barreau aimanté, ayant son extrémité libre, peut vibrer facilement sous l'influence des coups frappés, et cela à la manière d'une branche de diapason, tandis que, dans le second cas, l'extrémité du barreau opposée à celle où est effectuée la percussion, se trouve maintenue fixe par la vis qui étouffe alors la vibration.

» Je dois faire encore observer, relativement aux effets relatés dans la cinquième expérience de M. des Portes, que l'impossibilité dans laquelle il a été de distinguer les paroles devait provenir de la condensation magnétique effectuée au contact de l'aimant et de la lame vibrante, condensation qui, en immobilisant en partie les fluides, rendait moins sensibles les variations de l'état magnétique du barreau et de la lame. »

PHYSIQUE. — *Sur les électro-aimants.* Note de M. **E. Bisson**, présentée par M. Jamin.

« J'ai changé le mode d'enroulement du fil sur les bobines des électro-aimants : à la fin de chaque rangée, je ramène le fil *en droite* ligne au point de départ, afin de recommencer l'enroulement du même côté que dans les rangées précédentes.

» J'ai ainsi obtenu des résultats remarquables : avec le *même* noyau de fer doux, la *même* pile et la *même* quantité du *même* fil bobiné à la manière usuelle ou selon la nouvelle méthode que j'indique, on trouve, soit au glissement, soit à l'arrachement, soit à l'attraction à distance, un avantage *d'un tiers*, c'est-à-dire moitié en plus.

» Mes premiers essais avaient été faits sur des bobines de petites dimensions; mais j'ai répété cette expérience sur un noyau de fer de 55 centimètres environ de longueur, recouvert de 16 kilogrammes de fil de 2 millimètres, mesurant 640 mètres, et j'ai constaté, pareillement, que le magnétisme obtenu opposait une résistance au glissement représentée par 3 quand le fil est enroulé de la manière que je viens de dire, et par 2 quand il est enroulé de la manière ordinaire.

» Quelle que soit la cause de ce phénomène, il est facile à constater. »

PHYSIQUE. — *Sur l'efficacité d'un mouvement vibratoire pour provoquer la décomposition des liquides explosifs et l'ébullition des liquides surchauffés.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Pasteur.

« Dans un Mémoire consacré à l'*Étude des solutions gazeuses sursaturées* (1), j'ai établi que, si l'on nettoie avec un soin suffisant des tubes de verre, on peut y conserver pendant très-longtemps, à l'état de sursaturation, des solutions saturées de gaz sous des pressions supérieures à 2 ou 3 atmosphères, bien que les tubes soient librement ouverts dans un milieu qui ne contient que des quantités négligeables de gaz dissous. J'ai fait voir, en effet, que s'il n'y a pas, dans le liquide, d'atmosphère gazeuse retenue soit par les parois du vase, soit autour des corps solides qui s'y trouvent, l'émission du gaz dissous n'a lieu qu'à la surface libre du liquide et qu'elle ne continue qu'à la suite d'un échange de couche en couche qui ne s'effectue qu'avec une extrême lenteur, si la température est constante. C'est ainsi qu'on peut conserver pendant plusieurs mois de l'eau de Seltz sursaturée dans un tube ouvert de 40 centimètres de long. Vient-on, au contraire, à introduire des bulles gazeuses dans ce liquide sursaturé, chacune d'elles est le siége d'une émission de gaz d'autant plus abondante que, toutes choses égales d'ailleurs, sa surface est plus grande. Or, parmi les moyens que l'on peut employer pour produire des surfaces d'émission de

(1) *Annales scientifiques de l'Ecole Normale supérieure*, 2e série, t. IV, p. 311.

gaz ou des solutions de continuité dans la colonne liquide, l'un des plus efficaces et qui donne lieu aux effets les plus rapides consiste à communiquer un mouvement vibratoire énergique au tube qui contient le liquide : si l'on fait usage d'un tube de verre fermé à un bout de plus de 1 mètre de long et de 5 à 8 millimètres de diamètre, rempli d'eau de Seltz ordinaire par exemple, et que, le tenant verticalement par son milieu, on en frotte longitudinalement la moitié inférieure avec du drap légèrement mouillé, de manière à obtenir un son un peu intense, on voit naître subitement un nuage de bulles gazeuses, qui grossissent assez rapidement pour projeter hors du tube une grande partie du liquide.

» Les analogies que j'ai fait connaître depuis longtemps entre le dégagement du gaz de leurs solutions sursaturées et la décomposition des corps explosifs, ainsi que l'ébullition des liquides surchauffés, m'ont conduit à essayer l'influence d'un mouvement vibratoire énergique sur ces deux phénomènes. Je vais indiquer sommairement le résultat de cette étude.

» En ce qui concerne la décomposition des corps explosifs, j'ai principalement expérimenté sur le liquide bleu connu sous le nom d'*acide azoteux* et qui se dépose au fond de l'eau refroidie lorsqu'on y fait tomber goutte à goutte de l'acide hypoazotique. A cet effet, j'ai nettoyé un tube de verre d'environ 1 mètre de long et 6 millimètres de diamètre, en y faisant séjourner successivement de la potasse caustique chaude, de l'eau bouillante, de l'acide sulfurique chaud, de l'alcool bouillant, puis, le lavant plusieurs fois avec de l'eau distillée filtrée, j'ai porté le tube, plein aux trois quarts d'eau distillée bouillie, à une température voisine de 100 degrés; je l'ai enfin introduit dans de la glace. J'ai alors laissé tomber dans cette eau de l'acide hypoazotique bien limpide, et il s'est formé au fond du tube une couche bleue d'acide azoteux surmontée d'une solution incolore d'acide azotique. Dans ces conditions, le liquide peut être amené lentement jusqu'à une température supérieure à 20 degrés, comme je l'ai indiqué depuis longtemps, sans manifester la moindre trace de décomposition, et on peut le conserver inaltéré pendant un certain nombre de jours, à la condition de n'y rien introduire qui amène une atmosphère gazeuse. Si l'on prend par son milieu un tube ainsi préparé et qu'on le fasse vibrer longitudinalement en frottant énergiquement la moitié inférieure de manière à lui faire rendre un son intense, le liquide est instantanément projeté à une distance de plusieurs mètres, en manifestant tous les caractères d'une véritable explosion. Dans cette expérience, l'acide azoteux se décompose en bioxyde d'azote et acide azotique et la rapidité du phéno-

mène tient d'abord, comme dans l'expérience précédente, à ce que le mouvement vibratoire que l'on communique au liquide détermine, s'il est suffisamment énergique, la rupture de la continuité du liquide en un grand nombre de points : il en résulte de nombreuses surfaces libres sur lesquelles la décomposition peut s'effectuer; de plus, l'acide azoteux, ainsi qu'il résulte des recherches de M. Berthelot, se décompose avec dégagement de chaleur, et l'échauffement instantané qui en résulte dans la masse augmente considérablement la rapidité du dégagement de gaz qui, ne trouvant pas assez vite une issue, projette devant lui le liquide superposé.

» Les liquides surchauffés entrent aussi en ébullition sous l'influence d'un mouvement vibratoire : l'expérience qui présenterait quelques difficultés avec les liquides dont le point normal d'ébullition est supérieur à la température ordinaire est au contraire facile si l'on fait usage de substances dont le point normal d'ébullition est notablement inférieur à cette température. On procède du reste de la même manière. Dans des tubes nettoyés avec les soins indiqués plus haut, on réussit aisément à surchauffer les liquides et à les amener à des températures qui dépassent de 10, 20, 30 degrés et plus le point normal d'ébullition sous la même pression. On peut se servir, par exemple, d'éther éthylchlorhydrique qui bout à 11 degrés sous la pression ordinaire et que l'on amène facilement à 25 degrés sans qu'il y ait ébullition; ou encore d'acide sulfureux qui bout à 10 degrés et qui reste liquide au delà de + 10°; mais le liquide qui se prête le mieux à l'expérience est l'éther méthylchlorhydrique, qui bout à — 23° et que l'on peut se procurer et manipuler facilement, grâce aux intéressantes recherches de M. C. Vincent. Voici comment on peut réaliser l'expérience : on dispose sur un tube soigneusement nettoyé un entonnoir muni d'un filtre et l'on y fait tomber le liquide en ouvrant le réservoir qui le contient; une quantité relativement petite du liquide s'évapore en refroidissant l'entonnoir et le tube, qui bientôt se remplit. L'évaporation de ce liquide, n'ayant lieu qu'à la surface libre, est extrêmement lente et souvent le niveau ne baisse pas de plus de 1 centimètre par heure; le froid produit par cette évaporation est insuffisant pour entretenir la température au-dessous du point normal d'ébullition. Si le tube est entouré d'air sec, le réchauffement du liquide est lent; il est plus rapide s'il n'est pas protégé par une double enveloppe à air sec, car la vapeur d'eau atmosphérique se condense à sa surface et forme une couche de givre qui fond peu à peu. Lorsqu'il est fondu, dès qu'on fait vibrer le tube, il se produit une ébullition extrêmement active, mais qui s'arrête aussitôt, au lieu

d'augmenter comme dans les expériences précédentes. Ce fait s'explique aisément : la transformation subite en vapeur d'une grande quantité de liquide consomme beaucoup de chaleur et détermine un tel refroidissement du liquide non vaporisé, que sa température peut être ramenée dans le voisinage du point normal d'ébullition. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des poussières organisées tenues en suspension dans l'atmosphère*. Note de M. **P. Miquel**, présentée par M. Pasteur.

« Ehrenberg et Gaultier de Glaubry signalèrent les premiers la présence dans l'air d'œufs d'infusoires et de spores de cryptogames. Ce ne fut cependant qu'après les belles recherches de M. Pasteur que l'on put se faire une idée juste de la multitude des germes qui flottent autour de nous. Depuis, la plupart des savants qui se sont occupés de micrographie atmosphérique ont reconnu que l'air était effectivement peuplé de cellules organisées, de microbes capable de croître et de fructifier là où le hasard les ensemençait et là où la nature du milieu le comportait. A une époque déjà éloignée de nous, ces faits furent contestés par MM. Pouchet, Joly et Musset; pour ces physiologistes, les cellules que l'on avait prises pour des spores de cryptogames étaient uniquement des grains d'amidon. Ces affirmations tombèrent devant l'expérience et tout le monde admet aujourd'hui la présence dans l'air de nombreuses espèces microscopiques.

» Le professeur Ch. Robin et les Drs Maddox et Cunningham ont publié sur ce sujet des travaux d'un grand intérêt. D'après M. Ch. Robin l'atmosphère présente, en dehors de toute espèce de débris, des spores, des pollens, des dépouilles d'insectes et rarement des œufs d'infusoires; selon les Drs Maddox et Cunningham, qui ont confirmé les travaux de ce dernier savant, le nombre des diverses cellules répandues dans l'air est indépendant de la vitesse du vent, de sa direction et de l'humidité (*moisture*). L'appareil collecteur de germes dont se servirent les Drs Maddox et Cunningham consistait en un aéroscope fonctionnant sous l'influence du vent; à chaque expérience la lamelle glycérinée dont il était muni restait durant vingt-quatre heures exposée à l'action du vent; une seule fois le nombre des microbes recueillis s'éleva au chiffre maximum de 380, abstraction faite de toute particule bactéroïde.

» Les résultats auxquels je suis arrivé après dix-huit mois de recherches journalières diffèrent sur beaucoup de points de ceux que je viens de ré-

sumer. Je n'aborderai aujourd'hui que le côté statistique de la question.

» Pour assurer à ce genre de recherches la précision qu'elles me paraissaient devoir comporter, je supprimai tout ce qui aurait pu les compliquer dès le début, je substituai aux aéroscopes fonctionnant sous l'action du vent des aéroscopes munis d'une trompe et d'un compteur, ce qui permettait de mesurer, dans un temps donné, le volume de l'air aspiré. Cet air, projeté par une ouverture d'un demi-millimètre de diamètre sur une goutte d'un mélange de glycérine et de glucose, y déposait une partie de ses poussières; la prise d'air était située dans le parc de Montsouris; la trompe débitait environ 20 litres d'air à l'heure; enfin l'expérience durait deux jours.

» Toutes choses restant constantes, le nombre de cellules organisées recueillies par ce procédé peut varier de 500 à 120000 par mètre cube d'air, abstraction faite également de toute particule bactéroïde. S'il existe une si grande divergence entre les chiffres publiés par les D[rs] Maddox et Cunningham et ceux que je donne aujourd'hui, c'est vraisemblablement au plus ou moins de perfection des appareils collecteurs qu'on doit l'attribuer. Effectivement l'aéroscope de Maddox convenablement modifié donne de fort bons résultats. M. Salleron ayant construit sur mes indications un instrument de ce genre, j'ai, en vingt-quatre heures et par un vent de 8 kilomètres à l'heure, recueilli près de 30000 microbes, parmi lesquels 1700 grains de pollen; j'ajouterai que le diamètre de la plus petite des cellules que je fais entrer ici en ligne de compte n'était pas inférieure à 6 millièmes de millimètre.

» Il est donc certain que l'atmosphère renferme au moins cent fois plus de germes que les D[rs] Maddox et Cunningham ne l'ont annoncé. Je suis également persuadé qu'avec des instruments dépassant en perfection ceux dont je me sers actuellement, les nombres qui précèdent seront de beaucoup dépassés. Il importe, en effet, de se rappeler que les corpuscules de toute nature que l'on fixe ainsi sur une surface gluante sont déposés par un jet d'air qui n'en cède *qu'une partie* et en emporte encore beaucoup avec lui.

» De l'ensemble de mes recherches je crois devoir déduire les deux faits généraux suivants, applicables aux corpuscules organisés de l'atmosphère dont le diamètre est supérieur à deux millièmes de millimètre :

» 1° *Le chiffre moyen des microbes de l'air, faible en hiver, augmente rapidement au printemps, reste à peu près stationnaire en été, et diminue en automne.*

» 2° *La pluie provoque toujours la recrudescence de ces mêmes microbes.*

» Les accroissements provoqués par la pluie ne sont pas seulement sen-

sibles; souvent ils sont surprenants. Par exemple, en été, quand aux fortes chaleurs succède un orage ou une pluie quelque peu soutenue, les instruments qui accusaient la veille 5 à 10000 germes en accusent plus de 100000 le lendemain. Le même fait s'étant, d'ailleurs, reproduit en toute saison, avec une constance remarquable, j'ai l'espoir que de nouvelles expériences ne sauraient qu'en confirmer la généralité.

» En résumé, la *température* et l'*humidité* me paraissent être, en dehors d'influences purement locales, les principales causes de variation du nombre des microgermes de notre atmosphère.

» Je n'énumérerai pas ici les divers organismes que l'air charrie dans l'espace; je me contenterai d'indiquer, par catégories, ceux qui s'y trouvent toujours abondamment.

» Les œufs des gros infusoires y sont rares. De l'eau de pluie introduite, avec les plus grandes précautions, dans des vases flambés, à col effilé et recourbé, renferme rarement des rotateurs, des cyclopes, des kérones, des loxodes, etc.; mais on y trouve toujours des bactéries, fort souvent des monades, et quelquefois des rhizopodes. D'un autre côté, les poussières de 40 mètres cubes ensemencées dans de l'eau purgée de tout germe donnent habituellement plusieurs espèces de gros infusoires, quoiqu'il soit difficile de saisir, d'abord, leurs œufs au sein des millions de germes parmi lesquels ils se trouvent égarés.

» Les cellules les plus répandues dans l'air sont, sans contredit, les spores des mucédinées et les semences de nombreuses productions cryptogamiques, dont le diamètre varie de 2 à $\frac{20}{1000}$ de millimètre. Viennent ensuite les fructifications de certains champignons, dont les dimensions, plus considérables, atteignent parfois $\frac{1}{10}$ de millimètre : je parle de ces fructifications septates, de ces masses germinatives boursouflées en forme de fuseaux, de gourde ou de massue; suivent les pollens, de grosseur et de couleur très-variables; puis les grains d'amidon, qui sont environ aux autres productions comme 1 est à 100; enfin je mentionnerai les algues vertes que l'air transporte quelquefois en amas volumineux.

» Il serait peut-être utile et intéressant d'étendre aux corpuscules germes des vibrioniens ces sortes d'études statistiques; ce serait, il me semble, aborder, par l'un de ses côtés, une question d'hygiène publique, sur laquelle, tout récemment, l'un de nos plus illustres chirurgiens a attiré l'attention des savants et des praticiens. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la pression du liquide céphalo-rachidien.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian (1).

« Les nombreuses recherches entreprises dans ces dernières années sur les mouvements du liquide céphalo-rachidien ne nous ont pas fourni, sur la pression réelle de ce liquide, de données beaucoup plus précises que celles que l'on trouve dans les travaux de Magendie.

» On sait, en effet, par les recherches de cet illustre physiologiste, que la pression du liquide céphalo-rachidien augmente au moment de l'expiration; que, sous l'inflence d'un effort considérable qui se joint à l'expiration, il peut se faire un jet d'un décimètre de hauteur, lorsque l'on ouvre le rachis. Enfin Magendie rapporte l'expérience suivante, qu'il a faite au Collége de France :

« J'adapte à la cavité sous-arachnoïdienne, derrière l'occiput, un tube de verre de 3 à 4 décimètres de haut et de quelques millimètres de diamètre, qui contient un peu d'eau colorée, et dès lors l'eau monte ou baisse à chaque mouvement d'inspiration ou d'expiration. L'ascension de la colonne liquide dans le tube va souvent jusqu'à la moitié de sa hauteur. »

» Remarquons que Magendie ne donne pas la hauteur de la colonne d'eau dans le tube de verre, et qu'il est impossible de savoir de combien le liquide céphalo-rachidien s'est réellement déplacé. Ajoutons cette notion que la pression du liquide céphalo-rachidien augmente faiblement à chaque systole cardiaque, et nous avons à peu près toutes les données expérimentales relatives à la pression de ce fluide.

» Dans le cours des nombreuses expériences que j'ai faites depuis plusieurs années au laboratoire de M. Vulpian, soit pour ses cours sur la pathologie expérimentale de la moelle, du bulbe et de l'encéphale, soit pour d'autres recherches, j'ai eu maintes fois à découvrir les différentes parties du myélencéphale, et j'ai pu m'assurer que l'écoulement en jet du liquide céphalo-rachidien, par un troufait à la dure-mère, est loin d'être un résultat constant, même pour le rachis. Ainsi, dans nombre de cas, si l'ouverture de la dure-mère rachidienne était horizontale, le liquide rachidien venait affleurer les lèvres de la plaie et ne s'écoulait pas au dehors.

» La condition dans laquelle on peut le mieux observer ce résultat, c'est la chloralisation. J'ai donc pensé à utiliser cette circonstance pour étudier

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

les modifications de la pression du liquide céphalo-rachidien, sans courir les risques de perdre avant l'expérience une quantité plus ou moins notable de liquide céphalo-rachidien.

» Voici le procédé auquel j'ai eu recours en opérant sur des chiens :

» L'animal étant convenablement chloralisé, on fixe sur le ligament occipito-atloïdien et la dure-mère sous-jacente une canule métallique pleine d'eau. Par son extrémité ainsi fixée, la canule communique librement avec la cavité sous-arachnoïdienne. Son autre extrémité est mise en communication avec un hémodynamomètre à mercure, qui inscrit sur un cylindre tournant les changements de pression du liquide céphalo-rachidien. Si l'on veut comparer à ces tracés les tracés hémodynamométriques de la circulation sanguine sur un même animal, ainsi que je l'ai fait dans une expérience, il suffit de mettre, par les procédés habituels, un second hémodynamomètre en communication avec une artère carotide.

» Mes expériences ont porté sur cinq chiens chez lesquels j'ai étudié la pression du liquide céphalo-rachidien, soit dans l'état normal, soit sous l'influence de la commotion cérébrale. Voici, en résumé, le résultat de ces recherches :

» 1° Sur l'animal calme et respirant sans effort, la pression du liquide céphalo-rachidien fait équilibre à la pression atmosphérique.

» 2° Pendant chaque systole cardiaque, cette pression augmente, mais l'augmentation ne paraît pas dépasser $0^{mm},5$.

» 3° Sous l'influence de l'expiration, l'augmentation de la pression du liquide céphalo-rachidien atteint jusqu'à $5^{mm},5$.

» 4° La commotion cérébrale, non accompagnée de syncope respiratoire ou cardiaque, a produit une augmentation de pression de 1 à 2 millimètres au-dessus de zéro, presque aussitôt suivie d'un abaissement égal au-dessous de zéro, et qui n'a duré que quelques secondes.

» 5° La commotion cérébrale accompagnée de syncope respiratoire et cardiaque passagères ne se traduit par aucun changement dans la pression du liquide céphalo-rachidien, qui reste égale à la pression atmosphérique.

» 6° Il en est de même de la commotion cérébrale mortelle, dans laquelle la syncope est définitive; elle ne se traduit également par aucun changement dans la pression du liquide céphalo-rachidien.

» Deux points intéressants ressortent encore de ces recherches. Chez un des animaux sur lesquels on a fait la commotion cérébrale, la respiration et le cœur se sont définitivement arrêtés, et l'on n'a trouvé à l'examen nécropsique aucune lésion de la substance nerveuse encéphalo-médullaire.

» On n'a pas trouvé non plus de lésions de ces parties des centres nerveux chez les animaux, sur lesquels la commotion cérébrale a produit seulement l'arrêt de la respiration ou du cœur.

» M. Vulpian a signalé, il y a longtemps déjà, chez les grenouilles et les cobayes, l'arrêt des mouvements respiratoires et cardiaques produits par la commotion. Comme on le voit, les résultats constatés chez les chiens confirment les faits observés par M. Vulpian.

» On sait que les chirurgiens ne sont pas d'accord relativement aux lésions encéphalo-médullaires, qui peuvent résulter de la commotion cérébrale. Les uns pensent que la commotion grave, mortelle, n'existe pas sans lésion du myélencéphale; les autres, au contraire, acceptent l'idée que cette commotion grave peut exister sans lésion de la substance nerveuse. La nécropsie du chien sidéré par une commotion cérébrale vient à l'appui de cette dernière opinion; car, ainsi que je l'ai dit, à l'examen nécropsique, la substance nerveuse centrale de cet animal n'a pas présenté la plus petite lésion, quelque soin que j'aie mis à la chercher. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Rhizopodes terricoles.* Note de M. A. Schneider, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que quelques Rhizopodes peuvent vivre dans la terre; de Greeff en a fait connaître six ou sept espèces, l'*Amœba terricola* et l'*Arcella arenaria* entre autres. Nous avons retrouvé ces deux dernières formes et une dizaine d'autres incontestablement nouvelles et se rapportant toutes au groupe des Amœbiens pourvus de test.

» Le test a plus ou moins la forme d'un ovoïde, quelquefois étiré en col à l'une de ses extrémités, presque toujours comprimé de manière à offrir la distinction de deux faces. Il paraît être chitineux, tantôt mince et transparent, pourvu de sculptures en manière d'hexagones, d'aréoles, de cercles, etc., tantôt plus épais et coloré en brunâtre et, dans une Arcelle très-commune, formé comme par une agglomération de petits graviers. Il n'y a qu'un orifice, lisse ou dentelé, terminal ou situé sur l'une des faces taillée alors en biseau pour le recevoir.

» Le corps sarcodique contenu à l'intérieur et observé à l'état de repos est clair et homogène, sans granules dans son tiers inférieur, qui renferme seulement le nucléus et deux ou trois vacuoles contractiles. A la limite de ce tiers inférieur et des deux inférieurs se voit une couche étendue en plateau transversal de fins granules jaunâtres. Enfin les deux tiers supérieurs

sont formés d'un plasma plus ou moins irrégulièrement granuleux, avec ou sans corps étrangers en voie de digestion.

» Le nucléus toujours sphérique renferme un ou plusieurs nucléoles.

» Quand l'animal entre en activité, la précédente répartition de ses éléments constitutifs est troublée et on le voit émettre par l'orifice de son test des pseudopodes qui rappellent dans leurs traits généraux ceux des Amibes et dont la longueur peut atteindre le double de celle de la coquille. Pour émettre ces pseudopodes, l'animal se détache plus ou moins des parois internes de son habitation, à laquelle il n'adhère plus que de distance en distance par des filaments protoplasmatiques.

» Si les conditions extérieures deviennent défavorables, nos Rhizopodes s'y soustraient en s'enkystant. On voit alors à l'intérieur du test une belle sphère régulière, dans laquelle tous les éléments de la structure de l'animal se reconnaissent avec des corps étrangers inclus. Un certain nombre de ceux-ci, expulsés avant l'enkystement, peuvent former à l'orifice de la coquille une barrière protectrice. En rendant une certaine dose d'humidité à nos petits êtres, on les voit rompre la frêle enveloppe de leur kyste et reprendre possession de leur logement.

» Nous avons vu la conjugaison sur quatre de nos espèces; il y a lieu de croire qu'elle s'effectue pour toutes.

» A cette conjugaison succèdent des kystes dont le contenu représente, tantôt celui des deux contractants, tantôt celui d'un seul, chacun s'enkystant alors pour soi après une union éphémère avec un autre.

» Ces kystes de reproduction donnent des sphérules ou spores dont nous n'avons pas encore suivi l'évolution, mais que nous espérons pouvoir observer avant la publication complète des faits précédents dans les Archives du professeur de Lacaze-Duthiers. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement de l'anthracnose de la vigne.* Note de M. **L. Portes**. (Extrait.)

« Il y a un mois je recevais une première lettre de M. Arnault, propriétaire à Boïde, qui me signalait l'apparition du fléau, m'annonçait qu'il avait encore plus de gravité que les années précédentes et me demandait quel remède on pourrait employer. Le soufre et la chaux, disait-il, lui paraissaient utilisables.

» Je reçois, aujourd'hui, une lettre de M. Puch, de Figuières, et de son

gendre, M. G. Thil : son importance me paraît considérable au point de vue des résultats déjà obtenus ; je demanderai donc à l'Académie la permission d'en signaler les passages les plus importants.

« Comme tous les ans, j'avais fait le soufrage de tout le vignoble, lorsque le 10 mai, au matin, en opérant l'effeuillage d'une jeune vigne de 3 ans, je m'aperçus que tous les ceps, sans exception, étaient recouverts d'un grand nombre de petits points blancs que je n'y avais pas vus la veille ; j'en enlevai quelques-uns et je vis sous chacun d'eux, en examinant attentivement, une tache noire presque invisible à l'œil nu. » *Je jetai de la chaux grasse criblée sur toutes les parties du cep ;* le lendemain tous les petits points blancs avaient disparu ainsi que la tache noire.

» Depuis cette jeune vigne est de toute beauté comme fruit et végétation.

» Cette opération me donnant un si bon résultat, je l'appliquai à tout le vignoble avec une petite modification dans ma manière de procéder : je fis un mélange par moitié de chaux grasse criblée et de soufre et je le jetai sur les ceps et raisins des vignes vieilles ou jeunes, les moins atteintes du mal l'année dernière ; tandis que sur celles qui, l'année dernière aussi, n'avaient absolument rien produit, je jetai de la chaux grasse criblée, mais sans le moindre mélange de soufre.

» 1° Les vignes peu atteintes l'année dernière ne le sont presque pas cette année.

» 2° *Les vignes complétement perdues l'année dernière sont cette année exemptes de taches,* la végétation y est magnifique, les raisins beaux et nombreux.

» Depuis le 10 mai jusqu'au 12 juin ces deux opérations ont été répétées trois fois. Il résulterait donc de mes expériences que la chaux grasse criblée serait un agent contraire à la propagation de la maladie. »

» Les résultats annoncés par M. Puch me sont confirmés par de grands propriétaires de la région. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore observé le 22 juin courant.* Note de M. V. **Delahodde**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Le 22 juin, à $8^h 50^m$ (heure du chemin de fer du Nord), j'ai aperçu dans le ciel, parfaitement clair, quoique ayant une tendance à l'orage, dans la direction ouest-nord-ouest, et à environ 75 à 80 degrés au-dessus de l'horizon (presque au zénith), un météore ascendant lançant des étincelles. N'eût été la hauteur à laquelle il paraissait se tenir, je l'aurais pris pour une chandelle romaine vers la fin de son ascension. Je ne l'ai vu que pendant une à deux secondes, marchant très-lentement (j'ai eu le temps de le faire remarquer à ma femme) ; il n'a parcouru, sous mes yeux, qu'un arc de 5 degrés environ. Il faisait encore assez clair, et aucune étoile ne brillait au ciel. »

M. MAUMENÉ adresse une rectification sur le nom *d'œnocyanine*, donné à la matière bleue analysée par M. Arm. Gautier, et sur la présence du fer dans cette substance qui n'en contiendrait pas. L'auteur signale en outre la formation d'un nouvel acide $C^4H^4O^8$, obtenu par l'action du permanganate de potasse sur le sucre et le fait rentrer dans un groupe de cinq acides ayant les formules $C^{12}H^{12}O^{16}$, $C^6H^6O^{10}$, $C^4H^4O^8$, $C^2H^4O^4$, CO^2.

M. P. PICHARD adresse une Note « sur la coexistence du carbonate de soude, dans certaines eaux naturelles chlorurées, avec les sels de chaux solubles, bicarbonate, sulfate et chlorure ».

M. L. HUGO adresse une Note intitulée : « Sur un diagramme relatif à la scintillation des étoiles, d'après les observations de Bruxelles ».

MM. A. COURTY, A. JACQUET, DE LA MOUSSAYE, VALLAT-FLEURY demandent et obtiennent l'autorisation de retirer du Secrétariat divers Mémoires sur lesquels il n'a pas été fait de Rapports.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUIN 1878.

Souvenirs de Marine; conservés par M. l'amiral PARIS, feuilles 1 à 31. Paris, imp. Monrocq; 31 feuilles.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France; n°s 144 à 164, du 24 mai au 13 juin 1878; in-4°, lithogr.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Enquête sur l'organisation du service de la vaccine en France; 1er avril 1877. *Résumé des renseignements fournis par les Préfectures*. Sans lieu ni date; in-4°.

De la fièvre dite bilieuse inflammatoire aux Antilles et dans l'Amérique tropicale; *par* BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Présenté

par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Observations relatives à certains phénomènes périodiques effectués dans le pays de Montbéliard; par J. Bouteiller et Ch. Contejean. Montbéliard, impr. H. Barbier, 1878; in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. II et III. Berlin, Friedlander, Liége, Decq; Paris, Savy, 1875-1876; 2 vol. in-8°.

La Chrysomèle des pommes de terre (Doryphora decemlineata); *par* E. Olivier. Besançon, imp. Jacquin, 1878; br. in-12. (2 exemplaires.)

Nouvelles observations sur les Primula *de la section* Primulastrum; *par* D.-A Godron. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1878; br. in-8°.

Études sur les prolifications; par D.-A. Godron. Nancy, Berger-Levrault, 1878; in-8°.

*Des cultures d'*Ægilops speltæformis, *faites par M. Durieu de Maisonneuve, et de leurs résultats; par* D.-A. Godron. Nancy, Berger-Levrault, 1878; br. in-8°.

De la guérison prompte et durable du larmoiement consécutif aux rétrécissements du canal nasal, etc.; par le Dr L. Roy. Paris, imp. Prissette, 1878; br. in-8°.

Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision, etc.; par J. Plateau; 4e section : *Irradiation;* 5e section : *Phénomènes ordinaires de contraste;* 6e section : *Ombres colorées.* Bruxelles, imp. F. Hayez, 1877-1878; 3 br. in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.*)

L'Algèbre d'Al-Khârizmi et les méthodes indienne et grecque; par M. L. Rodet. Paris, Imp. nationale; 1878; in-8. (Extrait du *Journal asiatique.*)

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. ventesimo. Venezia, 1876; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. III, disp. IV, V, VI, VII. Venezia, 1876-77; 4 liv. in-8.

Ricerche chimiche su minerali e roccie dell' isola di Vulcano. Memoria del Prof. A Cossa. Roma, tip. Salviucci, 1878; in-4°.

Sul carattere fisiologico del tessuto adiposo e sulle sue relazioni coll' intiero or-

ganismo. Annotazioni critiche di C. Studiati. Pisa, Vannucchi, 1877; br. in-8°.

Le floridee italiche descritte ed illustrate da Fr. Ardissone; vol. II, fasc. III: *Rhodomelaceæ.* Milano, tipogr. editrice Lombarda, 1878; in-8°.

Considerazioni clinico-scientifiche intorno al reumatismo articolare acuto e cronico, etc.; pel D.-V. Melocchi. Napoli, Androsio, 1878; in-8°.

Teorias sueltas de Aritmetica, Algebra y Geometria, etc; por D.-J. German y Moreno. Madrid, impr. de Aurelio J. Alaria, 1878; in-8°.

On the compounds containing phosphorus and nitrogen, etc.; 1 vol. in-8° de mélanges scientifiques. Sans lieu ni date; in-8° relié.

Michael Faraday; by J.-H. Gladstone. London, Macmillan and C°, 1874; in-8° relié.

On the refraction-equivalents of the elements; by J.-H. Gladstone. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Researches on the refraction, dispersion, and sensitiveness of liquids; by J.-H. Gladstone. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Sub periosteal excision of the entire scapula and head of the humerus: recovery; by Ch.-B. Brigham. Cambridge, printed at the Riverside press, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Fragmenta phytographiæ Australiæ contulit liber baro Ferdinandus de Mueller; vol. X. Melbourne, J. Ferres, 1876-1877; in-4° relié.

On the « Goodes » of the keokuk formation, and the genus biopolla, with some species; by Samuell J. Wallace. Sans lieu ni date; br. in-8°.

War department, office of the chief signal-officer. Daily bulletin of Weather-reports, signal-service United States army, taken at 7^h^35^m^ *a. m.,* 4^h^35^m^ *p. m., and* 11^h^ *p. m., Washington mean time, with the synopses, probabilities and facts, for the month of october* 1874. Washington, government printing office, 1877; in-4° relié.

Department of the interior. Report of the United States geological survey of the territories F.-V. Hayden, *United States geologist in charge,* vol. VII. Washington, government printing office, 1878; in-4° relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JUIN 1878.

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires; 2e série, t. V. Paris, J. Dumaine, 1877; in-8°.

De l'énergie et de la structure musculaire chez les Mollusques acéphales; par A. COUTANCE. Paris, J.-B. Baillière, 1878; br. in-8°.

Les richesses minérales du Turkestan russe; par J. Mouchkétoff. Paris, Arnous de Rivière, 1878; in-4°.

La muse de l'École; par M. LIAUTARD. Draguignan, imp. Latil, 1878; in-8°.

Étude expérimentale de l'action de la fuchsine sur l'organisme; par V. FELTZ et E. RITTER. Nancy, Berger-Levrault, 1877; in-8°. (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

Destruction du Phylloxera; par M. DELHOM. Tarbes, imp. E. Vimard, 1878; opuscule in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Le Phylloxera et l'amendement insecticide breveté sous la dénomination de engrais végéto-minéral azoté par le procédé F. Chaland. Lyon, typog. Bellon, 1875; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Académie pontificale des Nuovi Lincei. Projet d'élever à Rome un monument à la mémoire de l'illustre P. Angelo Secchi. Sans lieu ni date; 2 pages in-4°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du Prof. Dr Th. BREDICHIN, vol. IV, 2e livr. Moscou, A. Lang, 1878; in-4°.

Il calcare di Leitha il sarmatiano e gli strati a congerie nei monti di Livorno, di Castellina marittima, di Miemo e di Monte-Catini. Considerazioni geolozi-che e paleontologiche del prof. G. CAPELLINI. Roma, Salviucci, 1878; in-4°.

Della pietra leccese e di alcuni suoi fossili. Memoria del Prof. Comm. G. CAPELLINI. Bologna, tipi Gamberini, 1878; in-4°. (Présenté par M. Paul Gervais.)

Sulla decomposizione dell' acqua con una pila di forza elettromotrice assai piu piccola di quella dell' elemento Daniell. Nota del Prof. A. BARTOLI. Firenze, 1878; in-8°. (Estratto dalla *Rivistà scientifico industriale.*)

Sulla evaporazione. Nota del Dott. Ad. Bartoli. Firenze, sans date; br. in-8°. (Estratto dalla *Rivistà scientifico-industriale.*)

C. Mattei. *Elettromiopatia. Scienza nuova che cura il sangue et sana l'organismo.* Casale Monferrato, P. Bertero, 1878; 1 vol. in-18.

The pharmaceutical journal and transactions; December 1877. London, Churchill, 1878; in-8°.

Memoir of the late Alfred Smee, F. R. S., by his Daughter, *with a selection from his miscellaneous writings.* London, George Bell and Sons, 1878; in-8°.

Handbuch der Kugelfunctionen, theorie und Anwendungen; von D. E. Heine; I. Band. Berlin, G. Reimer, 1878; in-8°.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-SIXIÈME.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER.
Quai des Augustins, n° 55.

335, les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*.
nt, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms terminent chaque volume.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Pour Paris.............................. 20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine.............................. 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

s qui précèdent celle en cours de publication se vendent séparément **15** francs.
ncore quelques collections complètes.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

.. Michel et Médan.
.. Prévost-Allo.
e . Debreuil.
... Germain et Grassin. / Lachèse, Belleuvre et Cie.
. . Cazals.
.. Marion
... Chaumas / Sauvat.
.. David.
.. Lefournier.
.. Legost-Clérisse.
... Perrin.
rr. Rousseau.
... Lamarche.
... Drevet.
... Beghin. / Quarré.
... Charles.
... Beaud. / Palud.
... Camoin frères. / Bérard.
r. Coulet. / Seguin.
... Douillard frères. / Mme Veloppé.

chez Messieurs :

A Nancy...... André. / Grosjean.
Nîmes...... Thibaud.
Orléans.... Vaudecraine.
Poitiers.... Ressayre.
Rennes..... Morel et Berthelot. / Verdier.
Rochefort... Brizard. / Valet.
Rouen...... Métérie. / Herpin.
St-Étienne.. Chevalier.
Toulon..... Rumèbe aîné. / Rumèbe jeune.
Toulouse.... Gimet. / Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

A Metz....... Rousselot.
Mulhouse... Detloff. / Buffeb.
Strasbourg.. Derivaux. / Hagemann et Cie. / Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

A Amsterdam. L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone.. Verdaguer.
Berlin...... Asher et Cie.
Bologne..... Zanichelli et Cie.
Boston..... Sever et Francis.
Bruxelles... Decq et Duhent. / Merzbach et Falk.
Cambridge.. Dighton.
Édimbourg.. Seton et Mackenzie.
Florence.... Jouhaud.
Gand....... Clemm.
Gênes...... Beuf.
Genève..... Cherbuliez.
La Haye.... Belinfante frères.
Lausanne... Imer-Cuno.
Leipzig..... Brockhaus. / Twietmeyer. / Voss.
Liége...... Bounameaux. / Gnusé.
Londres.... Dulau. / Nutt.
Luxembourg. V. Büch.
Milan...... Dumolard frères.

chez Messieurs :

A Moscou.. .. Gautier.
Madrid..... Bailly-Baillière. / Ve Poupart et fils.
Naples..... Pellerano.
New-York.. Christern.
Oxford..... Parker et Cie.
Palerme.... Pédone-Lauriel.
Porto...... Magalhães et Moniz. / Chardron.
Rio-Janeiro. Garnier.
Rome....... Bocca frères.
Rotterdam.. Kramers.
Stockholm.. Samson et Wallin.
St-Pétersb.. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
Turin...... Bocca frères. / Brero.
Varsovie. . Gebethner et Wolff.
Venise..... Ongania.
Vérone..... Drucker et Tedeschi.
Vienne..... Gerold et Cie.
Zürich..... Franz Hanke. / Schmidt.

S GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1**^er à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volumes in-4°; 1853. Prix.............. **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.............. **15** fr.

:MENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières I. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches.............. **15** fr.

Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences ours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi- suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature s qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861.......... **15** fr.

; également à la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie es.**
ectus spécial, renfermant la Table générale de ces deux collections, est envoyé *franco*, sur demande affranchie.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

N° 25.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 24 Juin 1878.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER, Quai des Augustins, 55.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

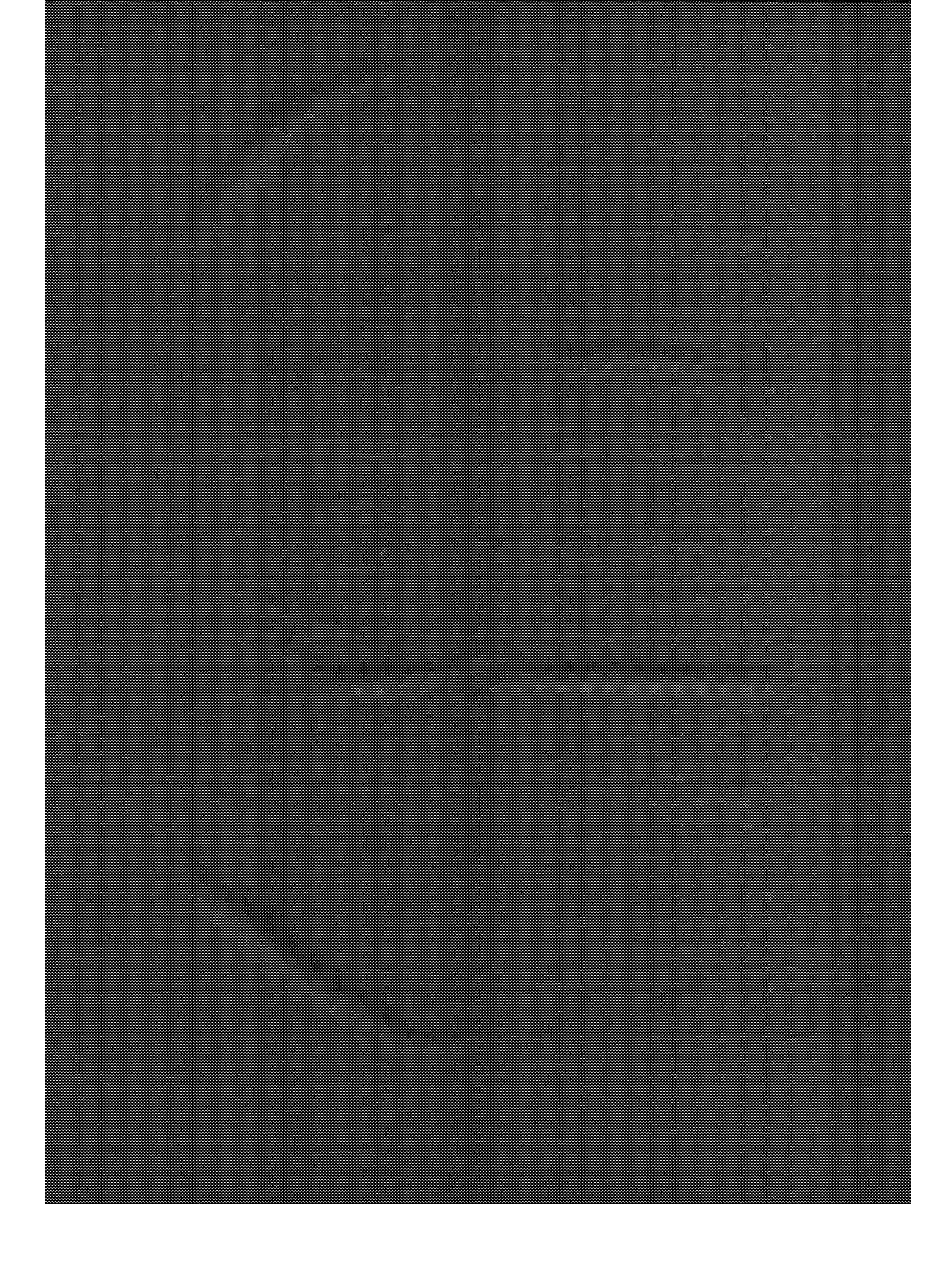
DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1878.

TOME [illegible]



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1878.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXXVI.

A

B

C

D

E

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.

[illegible]